

T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
KULAK BURUN BOĞAZ ANABİLİM DALI

KOKLEAR İMPLANT UYGULANAN HASTALARDA VEMP
BULGULARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

UZMANLIK TEZİ

Dr. Gülşah (KAN) KARAKEÇİLİ

DANIŞMAN

Doç. Dr. İsmail İYNEN

ŞANLIURFA

2016

T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
KULAK BURUN BOĞAZ ANABİLİM DALI

KOKLEAR İMPLANT UYGULANAN HASTALARDA VEMP
BULGULARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

UZMANLIK TEZİ

Dr. Gülşah (KAN) KARAKEÇİLİ

DANIŞMAN

Doç. Dr. İsmail İYNEN

ŞANLIURFA

2016

TEŞEKKÜR

KBB uzmanlık eğitimim ve tez yazımı süresince yardımını ve desteğini esirgemeyen saygıdeğer hocam ve tez danıőmanım Doç.Dr. İsmail İYNEN 'e, değerli hocam Yrd.Doç.Dr. Alper ŐEN'e teőekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Uzmanlık eğitimim boyunca birlikte çalıőtıđım aynı yükü paylaőtıđım araştırma görevlisi doktor arkadaşlarıma,

Hemőirelerimize, tüm acil servis personelimize ve diğer tüm kademelerindeki hastane personellerine, asistanlığa baőlarken bizi karőılayan tüm samimiyetleriyle her türlü idari iőimize koőturan tüm dekanlık personeline,

Hayatım boyunca sevgi, ilgi ve desteklerini kalbimde hissettiğim; bir ferdi olmaktan onur duyduğum aileme, annem Nazan KAN'a ve babam Timurlenk KAN'a,

Birbirimize olan sevgi ve saygımızla hayatı paylaőtıđımız; sabrı, sempati ve ilgisi ile her konudaki zorlukların üstesinden gelebilmemi sağlayan sevgili eőim Yunus KARAKEÇİLİ'e ve bu dönemde annesinden ayrı kalmak zorunda kalan canım kızım Melisa KARAKEÇİLİ'e sonsuz teőekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Dr. Gülşah (KAN) KARAKEÇİLİ

TEŞEKKÜR	I
İÇİNDEKİLER	II
TABLolar DİZİNİ	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ	V
RESİMLER DİZİNİ	VI
GRAFİKLER DİZİNİ	VII
KISALTMALAR	VIII
ÖZET	IX
ABSTRACT	XI
1. GİRİŞ ve AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Kulağın Anatomisi	3
2.1.1. Temporal Kemik Anatomisi	3
2.1.2. Dış Kulak Anatomisi	5
2.1.3. Orta Kulak Anatomisi	5
2.1.4. İç Kulak Anatomisi	7
2.2. Vestibüler Sistem	9
2.2.1. Vestibüler sistemin işlevi	9
2.2.2. Vestibüler Sistemin Anatomisi	9
2.2.2.1. Vestibüler Organlar	9
2.2.2.2. Vestibüler Sinir	13
2.2.2.3. Vestibüler Nükleuslar	13
2.2.3. Vestibüler Refleksler	13
2.2.3.1. Vestibülooküler Refleks	13
2.2.3.2. Vestibülospinal Refleks	15
2.2.3.3. Vestibülokollik Refleks	15
2.2.4. Vestibüler Organların Sese Duyarlılığı	16
2.2.5. VEMP	17
2.3. İşitme Fizyolojisi	20
2.4. İşitme Kayıpları	21
2.4.1. İletim Tipi İşitme Kaybı	21

2.4.1.1. Dış Kulak Kaynaklı İletim Tipi İşitme Kaybı Nedenleri	21
2.4.1.2. Orta Ve İç Kulak Kaynaklı İletim Tipi İşitme Kaybı Nedenleri	22
2.5. İşitmeye Yardımcı Cihazlar Ve Kohlear İmplant	23
2.5.1. Konvansiyonel İşitme Cihazları	23
2.5.2. Koklear İmplant	23
2.5.3. Beyin Sapı İmplantları	24
3.GEREÇ ve YÖNTEM	26
3.1. Çalışmanın Yapıldığı Yer ve Tarih	26
3.2. Olgu Seçimi	26
3.3. cVEMP Testi Uygulaması	26
3.4. Araştırma Verilerinin İstatistiksel Değerlendirilmesi	30
4.BULGULAR	31
4.1. Katılımcılara Ait Tanımlayıcı Bulgular	31
4.2. Hasta Grubuna Ait Karşılaştırmalar	32
4.3. Kontrol Grubuna Ait Karşılaştırmalar	35
4.4. Kontrol Ve Hasta Grubuna Ait Karşılaştırmalar	37
5. TARTIŞMA	40
6. SONUÇLAR	45
KAYNAKLAR	47

Tablo-1: Vestibüler Organlar İle Boyun Motor Nöronları Arasındaki Bağlantılar	16
Tablo-2: Katılımcılara Ait Sosyodemografik Değişkenler ve Klinik Özellikler	31
Tablo-3: Katılımcılara cVEMP Yöntemine Ait Sonuçlar	32
Tablo-4: Sosyodemografik ve Klinik Özelliklerle Sol cVEMP Değerlerinin Karşılaştırılması	32
Tablo-5: Sosyodemografik ve Klinik Özelliklerle Sağ cVEMP Değerlerinin Karşılaştırılması	33
Tablo-6: Baş Dönmesi Olup Olmama Durumuna Göre Cinsiyet ve Cevap Alma Durumunun Karşılaştırılması	34
Tablo-7: Cevap Alma Durumuna Göre Cinsiyet ve Baş Dönmesi Durumunun Karşılaştırılması	35
Tablo-8: Yaş Ve Operasyon Süresi İle cVEMP Değerlerinin Korelasyonu	35
Tablo-9: Cinsiyet ile Sol cVEMP Değerlerinin Karşılaştırılması	36
Tablo-10: Cinsiyet ile Sağ cVEMP Değerlerinin Karşılaştırılması	36
Tablo-11: Yaş ile cVEMP Değerlerinin Korelasyonu	36
Tablo-12: Hasta ve Kontrol Gruplarının cVEMP Değerlerinin Karşılaştırılması	37

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA NO

Şekil-1: Sağ Temporal Kemiğin Lateralden Görünüşü	3
Şekil-2: İAK Fundus Kesiminin Şematik Görünümü	5
Şekil-3: Kulak Kemikçikleri	6
Şekil-4: İç Kulak Yapılarının Şematik Görünümü	8
Şekil-5: Kemik Labirent	10
Şekil-6: Membranöz Labirent	11
Şekil-7: Krista Histolojik Kesiti	12
Şekil-8: Vestibulooküler Refleks Arkı	14
Şekil-9: Vestibuülokollik Refleks Arkı	16
Şekil-10: Kohlear İmplantın Çalışma Mekanizmasını Anlatan Şematik Çizim	24

Resim-1: Hastalara cVEMP Testi Uygulaması	27
Resim-2: cVEMP Testi Bilgisayar Uygulaması	28



Grafik-1: VEMP Kayıt Örneği	18
Grafik-2: Katılımcılardan Cevap Alınan cVEMP Örneği	29
Grafik-3: Cevap Alınamayan cVEMP Örneği	30
Grafik-4: Katılımcıların Cinsiyetlerine Göre Karşı Kulak P1, N1 ve Amplitude Box-Plot Grafiği	33
Grafik-5: Katılımcıların Cevap Alma Durumuna Göre P1 Box-Plot Grafiği	34
Grafik-6: Katılımcıların Cevap Alma Durumuna Göre N1 Box-Plot Grafiği	34
Grafik-7: Yaş ve Opere Kulak N1 Değeri Arasındaki Korelasyon Grafiği	37
Grafik-8: Araştırma Grubu ve Karşı Kulak Amplitude Değeri Arasındaki Korelasyon Grafiği	38
Grafik-9: Araştırma Grubu ve Opere Kulak N1 Değeri Arasındaki Korelasyon Grafiği	38
Grafik-10: Araştırma Grubu ve Opere Kulak Amplitude Değeri Arasındaki Korelasyon Grafiği	39

KISALTMALAR VE SİMGELER

BPPV	: Benign Paroksizmal Pozisyonel Vertigo
EMG	: Elektromiyografi
İTİK	: İletim tipi işitme kaybı
LVST	: Lateral vestibülospinal traktus
MVST	: Medial vestibülospinal traktus
PET	: Pozitron Emisyon Tomografi
RST	: Retikülospinal traktus
SKM	: Sternokleidomastoid
SNİK	: Sensörinöral işitme kaybı
SSK	: Semisirküler kanal
VEMP	: Vestibular Evoked Myogenic Potentials
VOR	: Vestibulo-oküler refleks
İAK	: İnternal Akustik Kanal

ÖZET

Koklear İmplant Uygulanan Hastalarda VEMP Bulgularının Değerlendirilmesi

Dr. Gülşah (KAN) KARAKEÇİLİ

Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı Uzmanlık Tezi

Amaç: Bu çalışmadaki amacımız Harran Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Hastalıkları kliniğine takibe gelen koklear implant uygulanan hastalarda, vestibüler sistemin cVEMP bulguları ile etkilenip etkilenmediğine yönelik daha ayrıntılı bilgiler edinmektir. Ayrıca bunu etkileyen faktörlerin tespiti amacıyla hastaların, ameliyat zamanından bu yana geçen süre, işlem yapılan kulak tarafı, implant cihazının elektrot sayısı, hastanın cinsiyeti, hastanın yaşı gibi değişkenlerinde beraberinde değerlendirilerek, bu bulguların hem kendi içinde hemde kulak burun boğaz muayenesi ile işitme yönünden normal olan kontrol grubuyla karşılaştırılmasıdır.

Yöntem: Çalışma Ekim 2016 ve Kasım 2016 tarihleri arasında Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı İşitme-Konuşma-Denge Ünitesi'nde gerçekleştirilmiştir.

Çalışma grubu 41 koklear implantı hastadan oluşmaktadır. Bu 41 hastanın 25 kadarı bizim hastanemizde opere edilmiştir. Çalışma grubundaki 41 hastanın 40'ının opere kulağı sağ taraftır. Kontrol grubu diğer grup ile yaş ve cinsiyet özellikleri benzeyen 34 olgudan oluşturulmuştur. Hastaların hem sağ hemde sol kulağına cVEMP testi uygulanmış ve ayrı ayrı karşılaştırılmıştır.

Sonuç: Koklear implant sonrası minor komplikasyonlar arasında sayılan vertigo oranı %33 den % 75 e kadar değişmektedir. Postoperatif vertigonun en yaygın nedeninin elektrot yerleştirme sırasında periferik vestibüler sistemin direkt hasarı olduğu düşünülmektedir. Literatürde koklear implant uygulanan hastalarda vestibüler sistemi değerlendiren çok fazla çalışma mevcut değildir. Bu çalışmadaki amacımız cVEMP testi koklear implantlı hastalarda vestibüler bulgulara yönelik daha ayrıntılı bilgiler elde etmektir. Hasta ve kontrol grupları arasındaki cVEMP ilişkisi incelendiğinde opere kulakta ve N1 latans ve amplitude değerlerinin kontralateral taraftaki kulağa göre anlamlı bir şekilde düşük olduğu bulunmuştur ($p<0,05$). Bunun yanı sıra hastaların 17'sinden (%41,5) cevap alınmazken, 24'ünden (%58,5) cevap alınmıştır. Kontrol grubunda ise sadece 2 hastadan cevap

alınanamamıştır. Çalışmamıza katılan hastaların 7'sinde (%17,1) baş dönmesi gözlenmiştir. Baş dönmesinin olup olmama durumları, diğer değişkenlerle karşılaştırılmış ancak istatistiksel bir anlamlılık bulunamamıştır ($p>0,05$).

Anahtar Kelimeler: Koklear implant, cVEMP, İşitme kaybı



ABSTRACT

Evaluation Of VEMP Findings In Cochlear Implanted Diseases

Gülşah (KAN) KARAKEÇİLİ MD

Specialty Thesis, Department of Ear, Nose and Throat Diseases

Aim: The aim of this study was to evaluate the variables such as the patients' operation time and place, device brands, the operated ear and the age of the patient in order to determine whether the balance system with VEMP is affected and the factors affecting it in the patients who applied to Harran University ENT Polyclinic for control purposes and to compare with control group which membranes and hearing function is normal.

Method: The study was conducted between July 2016 and October 2016 at Harran University Medical Faculty Hearing-Speaking-Balance Unit of the Department of Otorhinolaryngology.

The study group consisted of 41 cochlear implants. 25 of these 41 patients were treated at our hospital. The operated ear of 40 of the 41 patients in the study group is on the right side. The control group consisted of 34 cases with similar age and sex characteristics to the other group. The cVEMP test was applied to both right and left ear of the patients and they were compared separately.

Result: Among the minor complications after cochlear implant, the rate of vertigo ranges from 33% to 75%. The most common cause of postoperative vertigo is thought to be direct damage to the peripheral vestibular system during electrolytic placement. There are not many studies in the literature evaluating the vestibular system in patients with cochlear implants. Our aim in this study is to obtain more detailed information on vestibular findings in patients with cochlear implantation. When the cVEMP relationship between the patient and control groups was examined, it was found that there was a significant decrease in operated ear N1 latency and amplitudes values compared to the contralateral ear ($p < 0.05$). In addition, 17 of the patients (41.5%) were not responded while 24 (58.5%) were responded to the test. In the control group, only 2 patients did not respond. Seven

(17.1%) of the patients who participated in my work experience dizziness. The presence or absence of dizziness was compared with other variables, but no statistical significance was found ($p > 0.05$).

Keywords: Cochlear implant, Vestibular Evoked Myogenic Potentials, Hearing loss



1.GİRİŞ VE AMAÇ

Konjenital bilaretal ileri derece işitme kaybı, çocuğun bütün gelişimi üzerinde önemli izler bırakmakta, hatta uygun eğitim ve teknolojik olanaklar sağlanamadığında çocuğun gelişimini tümüyle engellenmektedir (1). Birçok vakada işitme kaybı kokleadaki saç hücrelerinin bozulması veya hiç oluşmaması ile ortaya çıkmaktadır. İşitme kayıplı kulakta kokleada yer alan saç hücrelerinin ya büyük bir bölümü ya da tamamı yoktur. Bu nedenle işitme cihazları kokleadaki hasarın yerine göre de yetersiz kalabilmektedir (2). Geleneksel işitme cihazlarından fayda sağlayamayan çok ileri derecedeki işitme kayıplı çocuklar için koklear implantlar son yıllarda bir seçenek olarak kullanılmaya başlanmış, bu teknolojinin kullanımıyla birlikte doğuştan işitme engelli çocukların dil edinimine ilişkin gözlenen olumlu gelişmeler değişik çalışmalarda rapor edilmiştir (3-5).

Koklear implant (Kİ) ilk olarak 1960'lı yıllarda House tarafından uygulanmıştır (6). Ardından teknolojinin gelişmesine paralel olarak daha gelişmiş sistemler geliştirilmiştir. Günümüzde birçok merkezde Kİ başarıyla uygulanmaktadır. Türkiye'de de birçok merkezde yürütülen Kİ uygulamalarına her geçen gün yeni bir merkez daha eklenmekte ve her yıl bu merkezlerde yüzlerce Kİ uygulaması yapılmaktadır (7). Kİ gerek ameliyat sırasında gerekse ameliyat sonrası erken ve geç dönemde önemli komplikasyonları olabilen bir cerrahidir (8). Bunun yanı sıra implantların vestibuler kısımda ve iç kulakta neden olabileceği hasar henüz net olarak ortaya konmamıştır. Kadavralar üzerinde yapılan çalışmalarda Kİ sonrası vestibuler fibroz ve saküler membranda distorsiyon oluşabileceği rapor edilmiştir (9). Temelleri daha eskiye dayansa da, 20 yıl kadar önce tanımlanan ve yıllar içinde giderek artan şekilde klinik kullanım alanı bulan Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (VEMP), vestibüler sistemin değerlendirilmesinde çok önemli katkılar sağlamıştır. VEMP, test edilen kulağa verilen ses uyarınının sakkül, inferior vestibüler sinir ve santral bağlantılarının oluşturduğu vestibulokollik refleks ile oluşan ve aynı taraf sternokleidomastoid (SKM) kas kontraksiyonunda oluşan inhibitör yanıtın kayıt edilmesi prensibine dayanmaktadır.

Test, vestibüler sistemin belirli bir bölgesinin fonksiyonu hakkında bilgi vermektedir. Yanıt, elde edilen dalgaların eşik uyarın şiddeti, interpeak amplitüd değeri ve latans süreleri ile yorumlanmaktadır(1). Refleks cevabı M. sternocleidomastoideus üzerinden ölçülüyorsa servikal VEMP (cVEMP), ekstraoküler kaslar üzerinden ölçülüyorsa oküler VEMP (oVEMP) olarak

isimlendirilir (10). Bu çalışmadaki amacımız Harran Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Hastalıkları kliniğine takibe gelen koklear implant uygulanan hastalarda, vestibüler sistemin cVEMP bulguları ile etkilenip etkilenmediğine yönelik daha ayrıntılı bilgiler edinmektir. Ayrıca bunu etkileyen faktörlerin tespiti amacıyla hastaların, ameliyat zamanından bu yana geçen süre, işlem yapılan kulak tarafı, implant cihazının elektrot sayısı, hastanın cinsiyeti, hastanın yaşı gibi değişkenlerinde beraberinde değerlendirilerek, bu bulguların hem kendi içinde hemde kulak burun boğaz muayenesi ile işitme yönünden normal olan kontrol grubuyla karşılaştırılmasıdır.

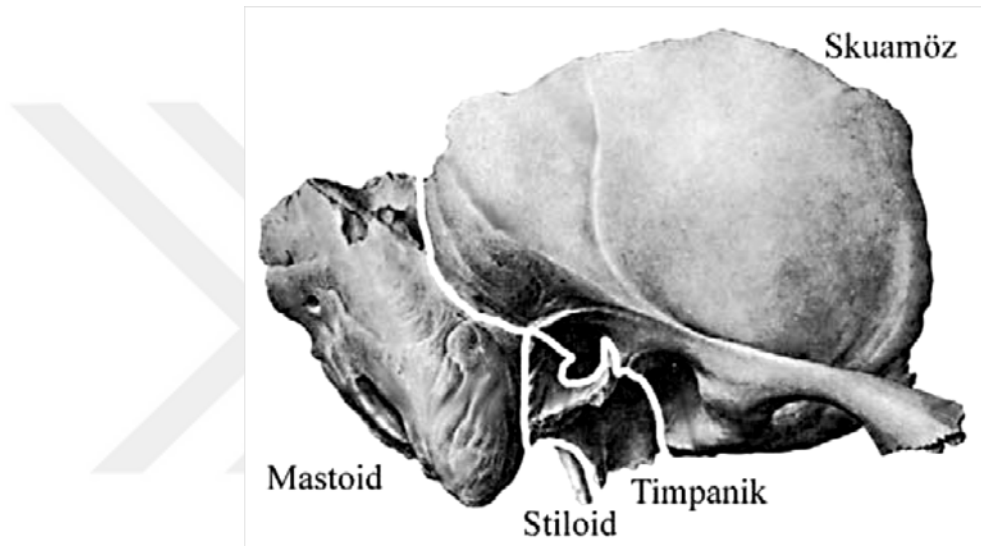


2.GENEL BİLGİLER

2.1. Kulağın Anatomisi

2.1.1. Temporal kemik anatomisi

Temporal kemik kafa tabanının her iki yanında yerleşmiş olup skuamöz, mastoid, petröz, timpanik ve stiloid parça olarak beş kısımdan oluşur (Şekil 1).



Şekil-1: Sağ Temporal Kemiğin Lateralden Görünüşü (7). Skuamöz, Mastoid, Timpanik Ve Stiloid Parçalar İzlenmekte Ancak Petröz Parça Medialde Kaldığı İçin Resimde Görülmemektedir.

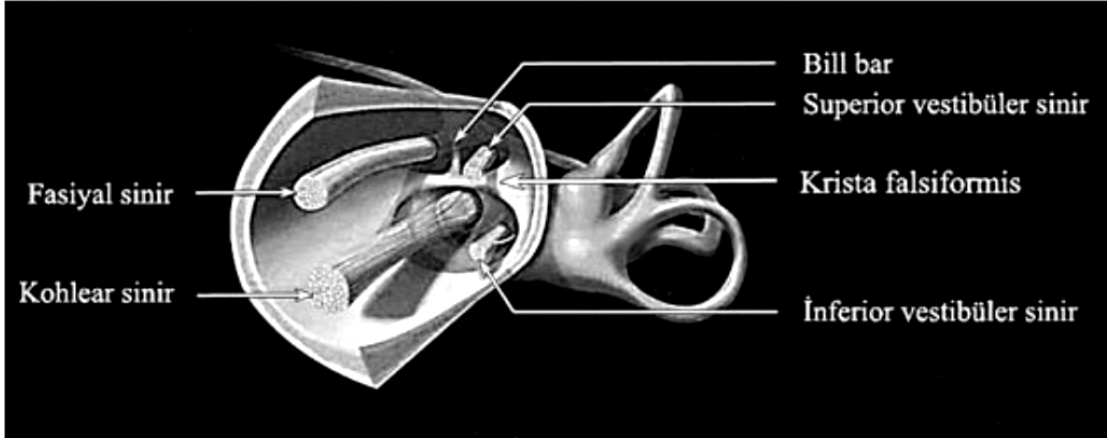
Skuamöz parça kemiğin anterolateral kısmında bulunur ve temporal fossa duvarını oluşturur. Dış yüzeyi temporal kasın tutunduğu linea temporalis ile sınırlıdır ve önemli bir cerrahi kılavuzdur. Temporal kemiğin dış yüzünde bulunan suprameatal üçgen ise mastoid antrumu işaret eden bir başka kılavuz noktasıdır. Skuamöz parçanın alt kısmında bulunan zigomatik proses, skuamöz ve timpanik kemikle birlikte mandibular fossayı sınırlandırır. Glasserian fissürü de denilen petrotimpanik fissür, fossanın içinden geçip orta kulağa doğru seyreder ve internal maksiller arterin timpanik dalını taşır. Fissürün biraz lateralinden korda timpaniyi taşıyan Huguier kanalı geçer. Skuamöz parçanın iç yüzeyi meningeal damarlara ait oluklar içerir. DKY üst kısmında izlenen keskin kemik çıkıntısına ise skutum adı verilir.

Mastoid parça yüzeyi düzensiz olup inferior kısmı mastoid proces olarak adlandırılır. Temporal kemiğin en büyük kısmı olup büyük oranda pnömatizedir. Taban kısmında mastoid çentik denen ve digastrik kasın tutunduğu bir oluk vardır. İçinden fasiyal sinirin geçtiği stilomastoid foramen bu kabartının ön ucunda yer aldığından dolayı mastoidektomide önemli bir kılavuz noktasıdır. Mastoid parçanın üst yüzü timpanik kavite ve mastoid antrumun üzerini örten ince bir kemik tabakası şeklinde olup tegmen timpani olarak bilinir. Arkada petröz parçanın arka yüzüyle birlikte posterior kranyal fossanın ön sınırını oluşturur. Medial kısımda ise sigmoid sinüsün oluşturduğu oluk vardır.

Petröz parça anteromedial yerleşimli olup iç kulak yapılarını içeren üç yüzlü bir piramide benzer. Lateral yüzü orta kulağın medial duvarını oluşturur. Üst kesimdeki superior SSK'nın üstünü örten tümseğe arkuat eminens denir. İçinden VII. ve VIII. kranyal sinirlerin geçtiği internal akustik kanal (İAK) petröz parçada yer alır. Kohlear akuadukt bu kanalın hemen inferiorunda, vestibüler akuadukt ise kanalın posteriorunda izlenir. İAK'nın medial açıklığı porus akustikus ya da meatus akustikus internus, lateral ucu ise fundus olarak isimlendirilir. Fundus kesimi krista falsiformis tarafından horizontal olarak bölünür. Superior bölüm önde fasiyal siniri, arkada da superior vestibüler siniri içerirken inferior bölüm önde koklear siniri, arkada da inferior vestibüler siniri içerir. Superiorda "Bill bar" adlı dikey bir kemik yapı fasiyal sinir ile superior vestibüler sinirin kanallarını ayırır(Şekil 2). Fundus kesiminde ayrı ayrı izlenen koklear sinir ile superior ve inferior vestibüler sinirler porus akustikus civarında birleşerek vestibülokoklear siniri oluştururlar.

Timpanik parça üstü açık bir kanal şeklinde olup, üstteki skuamöz parça ile birlikte DKY'yi oluşturur. Timpanik parçanın mastoid parça ile birleştiği yerde, içinden vagus sinirinin auriküler dalı geçen timpanomastoid fissür bulunur.

Stiloid parça timpanik parçanın aşağısında öne ve inferora doğru uzanan çıkıntıdır.



Şekil-2: İAK Fundus Kesiminin Şematik Görünümü (4)

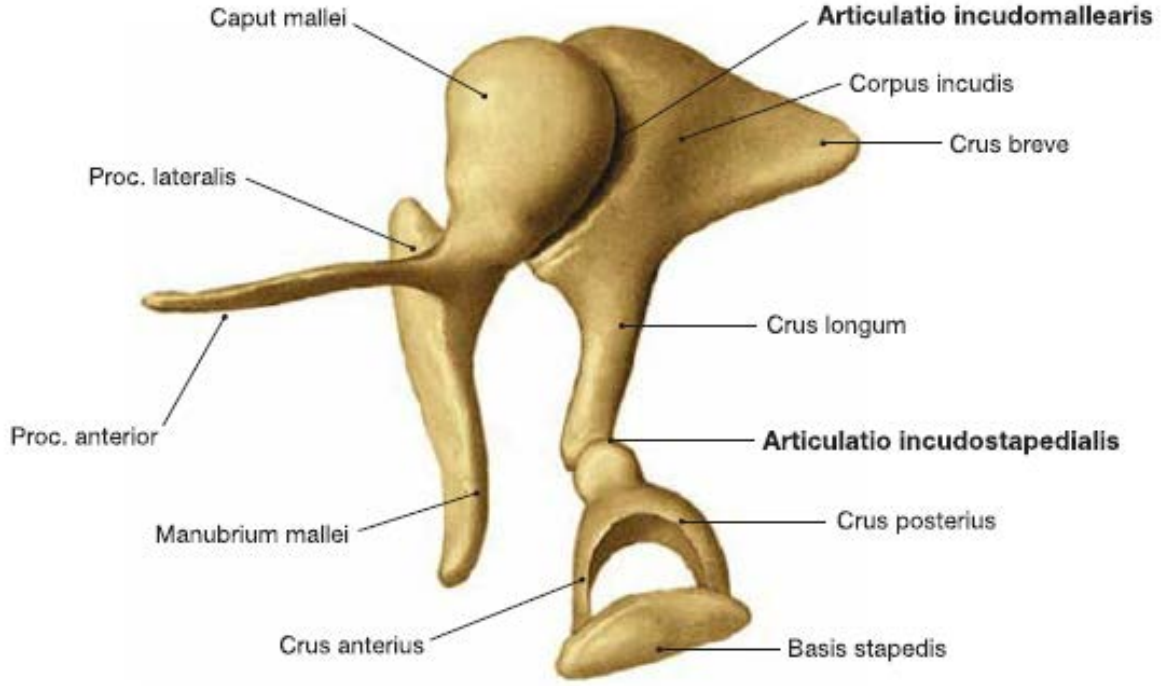
2.1.2. Dış kulak anatomisi

Dış kulak, kulak kepçesi ve DKY'den oluşur. DKY yaklaşık 2.5-3.5 cm uzunluğunda ve 6-9 mm çapında olup lateral kesimi kıkırdak, medial 1.6 cm uzunluğundaki kesim ise kemik yapıdadır. Kulak zarı ile orta kulaktan ayrılır. Kulakzarı konkavdır ve malleus sapının kulak zarına yapıştığı yere “umbo” adı verilir.

2.1.3. Orta kulak anatomisi

Orta kulak, temporal kemiğin içinde, lateralde kulak zarı ve medialde iç kulağınkemik kısmı arasında yer alan düzensiz bir boşluktur. Ön tarafta östaki borusuaracılığıyla nazofarinksle, arkada ise “aditus ad antrum” aracılığıyla mastoid antrum vema mastoid hücrelerle bağlantılıdır. Timpanik kavitenin tavanı “tegmen timpani” adını alır. Tabanı ise juguler bulb ve juguler ven ile komşudur. Arka duvar mastoid parça ile ilişkilidir. Arka duvarda stapes kasının yapıştığı piramidal eminens yer alır ve oval pencere hizasına denk gelir. Malleus boynunun hemen arkasında tensor timpani kasınınyapıştığı kohleiform proces bulunur. Ön duvarda internal karotik arterin (İKA) yaptığı çıkıntı, östaki borusu ve tensor timpani kası vardır. Medial duvarı kokleanın bazalkıvrımının orta kulakta yaptığı bir kabartı olan promontoryum tarafından oluşturulur. Medialde promontoryumun arka üst kısmında stapes tabanının yerleştiği oval pencere, promontoryumun arka alt kısmında ise yuvarlak pencere yer alır.

Orta kulakta kulak zarı ile oval pencere arasında malleus, inkus, stapes adlı üç adethareketli kemikçik vardır(Şekil 3). Malleus başı, inkus gövdesi ile eklem yapar. Malleusun boyun kesimi ligamentlerin ve tensor timpani kasının yapıştığı yerdir. Malleus, kulak zarına manubrium kesimi ile sıkıca yapışır. Stapesin kolları arasındaki açıklık obturator foramen adını alır ve obturator membran ile örtülüdür.



Şekil-3: Kulak Kemikçikleri (7).

Tensor timpani kası malleusun boynuna yapışır ve mandibular sinir tarafından innerve edilir. Stapes kası piramidal eminesten uzanıp stapes boynuna yapışır ve fasiyal sinir dalı tarafından innerve edilir.

Timpanik kavite, içerisindeki yapıların ya da patolojik oluşumların yerinin daha kolay tariflenebilmesi için sanal çizgilerle 5 bölgeye ayrılır. Aksiyel veya koronal düzlemde kulak zarı ile aynı hizada bulunan orta kulak bölgesine mezotimpanum, bunun üstünde kalan bölgeye epitimpanum (attik), altında kalan bölgeye hipotimpanum, önündeki kısma protimpanum, arkasındaki kısma ise posterior timpanum adı verilir. Malleus başı ve inkus gövdesinin lateralinde, attik duvarı medialinde, skutum ve malleolar ligamentin yukarısında kalan orta kulak boşluğuna da Prussak boşluğu adı verilir.

2.1.4. İç kulak anatomisi

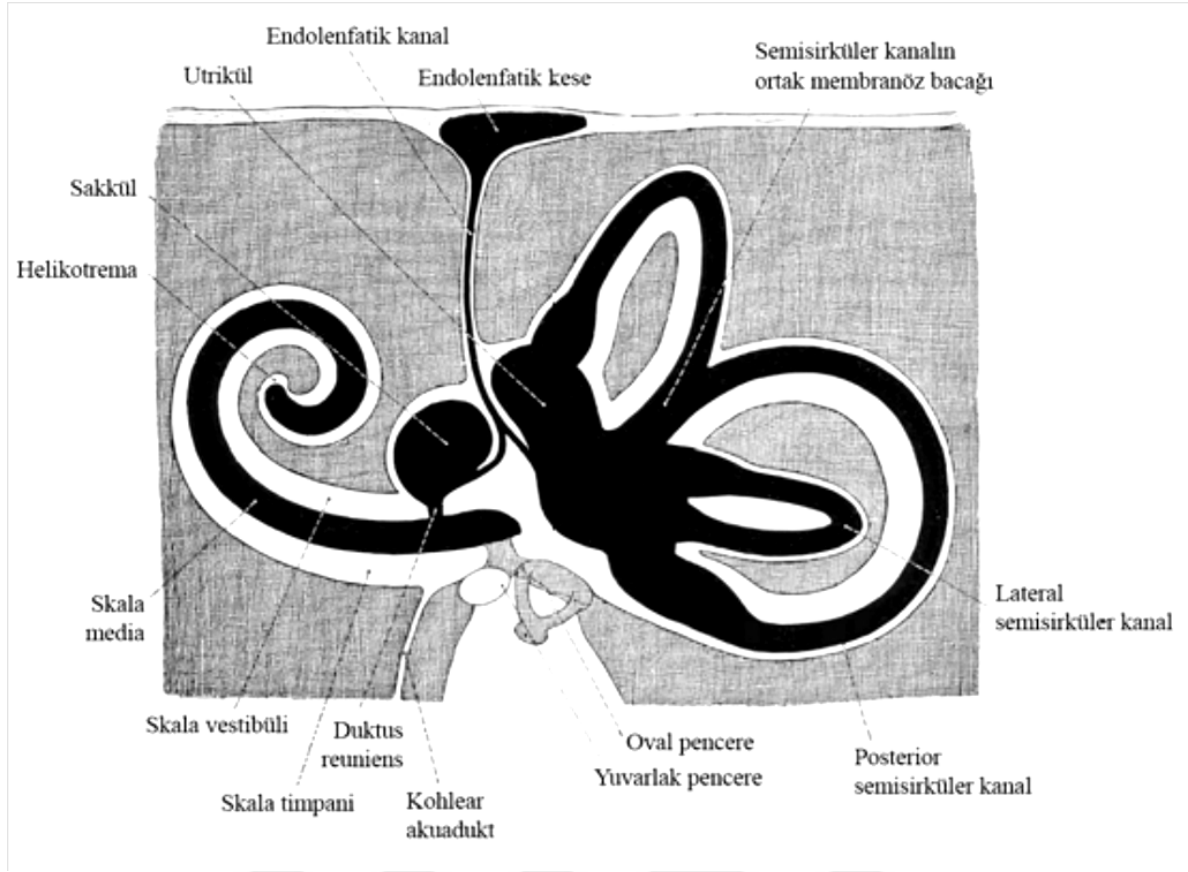
Kemik labirent ve çevrelediği membranöz labirentten oluşan otik kapsül, iç kulak yapısını oluşturur ve temporal kemik içinde yerleşmiştir.

Kemik labirent temporal kemikteki boşluklardan oluşur ve perilemf ile doludur. Vestibül, içinde utrikül ve sakkülü bulunduran tek bir merkezi boşluktur. Bu boşluğun lateral tabanında stapes tabanı ile örtülü olan oval pencere yerleşir. Posterior da kemik yapıdaki SSK'lar membranöz yapıdaki kanalları sararken anterolateral konumdaki koklea içinde de membranöz yapıdaki koklear kanallar bulunur.

Membranöz labirent ise endolenf ile dolu, kemik labirentin şekline benzeyen epitel kaplı bir borucuklar sistemidir. Membranöz labirenti, vestibüler labirent, endolenfatik kanal, endolenfatik kese ve koklea olarak incelemek mümkündür.

Vestibüler labirent, SSK, utrikül ve sakkülü kapsar. SSK'lar utrikülden başlayıp yine utrikülden sonlanan birbirine dik yerleşmiş üç dairesel kanaldır. Bu üç kanal superior, posterior ve lateral olarak adlandırılırlar.

Utrikül ve sakkülden çıkan utriküler ve sakküler kanallar birleşerek endolenfatik kanalı oluştururlar. Endolenfatik kanal da kemik yapıdaki vestibüler akuadukt içinden geçip posteriora ilerleyerek petröz piramidin dural örtüsü altında endolenfatik kese adıyla sonlanır (Şekil 4).



Şekil-4: İç Kulak Yapılarının Şematik Görünümü (7).

Modiolus kokleanın eksenini oluşturur ve içindeki kanalcıklardan koklear damarlar ve sekizinci kranyal sinir lifleri geçer. Spiral şekilli membranöz koklear, kanal modiolus etrafında yaklaşık 2.5 tur dönüş yapan, 35 mm uzunluğunda ucu kapalı bir yapıdır. Büyükten küçüğe doğru üst üste dizilmiş halkalara benzeyen kokleanın spiral şekilli sarmallarına alttan üste doğru bazal sarmal, orta sarmal ve apikal sarmal adı verilir. Kohleanın bazal sarmalı, duktus reuniens aracılığıyla sakkül ile ilişkilidir (Şekil-4).

Spiral şekilli kemik lamina, koklear kanal içinde dolanır ve baziler membran bu kemik lamina üzerine yerleşmiştir. Baziler membran skala timpaniyi, vestibüler membran ise skala vestibüliyi skala mediadan ayırır. Skala media, vestibüldeki koklear resesten başlayıp kokleanın apeksinde kör olarak sonlanan içi endolenfle dolu bir yapıdır. Skala vestibüli ve skala timpani ise perilenf içerir ve oval pencereden başlayıp yuvarlak pencerede sonlanan, kokleanın tepesindeki helikotrema adı verilen bir açıklık vasıtasıyla birbirleri ile ilişkide bulunan uzun birer borudurlar.

2.2.Vestibüler Sistem

2.2.1. Vestibüler sistemin işlevi

Vestibüler sistem; görsel, proprioseptif ve vestibüler inputları, santral sinir sisteminde işlemleyip motor sistemi koordine ederek dengenin sağlanmasından sorumlu olan karmaşık bir sistemdir. Görevi özellikle istemsiz olan baş hareketlerini algılamak ve bunu refleks göz hareketleri ve postüral düzenleme ile birleştirip, vizyonu ve postürü stabil tutmaktır. Dengeyi; ayakta duran organizmanın, ani hareketler sırasında düşmesini önleyerek, vücudun pozisyonu ile başın yaptığı hareketin yönü ve hızının algılanmasını sağlayarak ve kişi ya da çevresindeki nesnelere hareketi sırasında, görsel imajın netliğinin korunabilmesi için göz hareketlerini kontrol ederek sağlamaktadır (11).

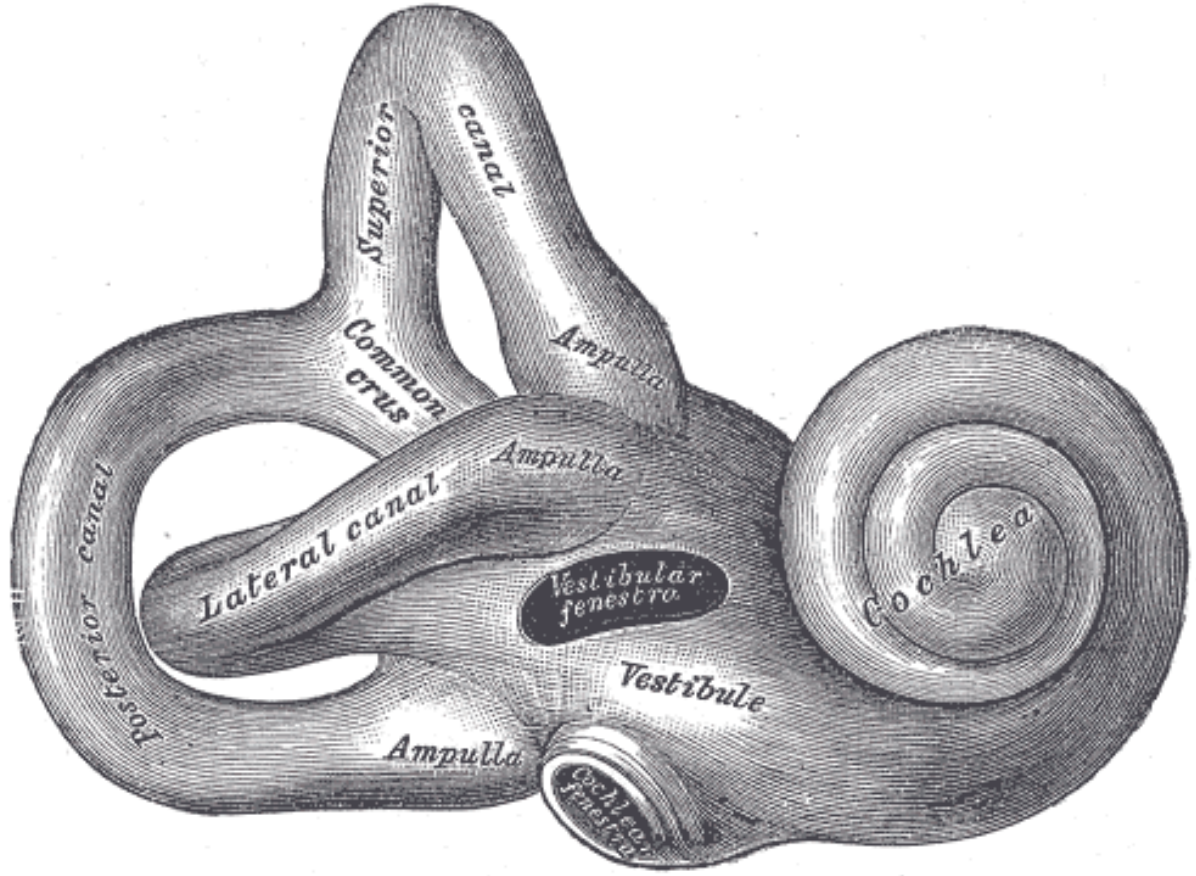
2.2.2. Vestibüler sistemin anatomisi

Vestibüler sistem; periferik ve santral üzere iki alt sistemi içermektedir. Periferik vestibüler sistem, vestibüler organlar ve vestibüler sinir; santral vestibüler sistem ise beyinsapı bağlantılarıyla birlikte vestibüler nükleuslar, serebellum, subkortikal ve kortikal denge merkezlerini kapsamaktadır (12).

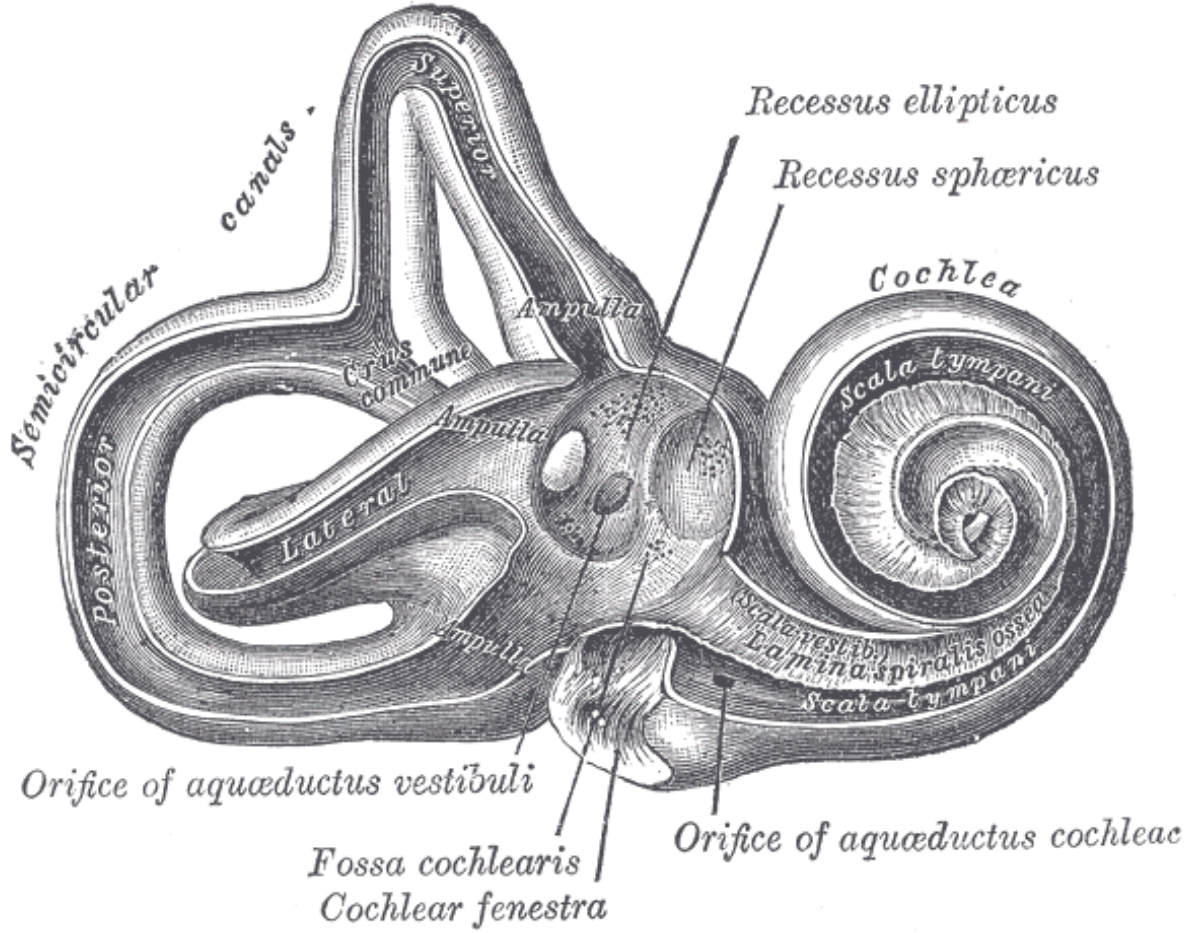
2.2.2.1. Vestibüler organlar

Vestibüler organlar; başın lineer hareketlerine duyarlı olan sakkül ve utrikülden oluşan otolitik organlar ve başın rotasyonel hareketlerine duyarlı olan süperior (anterior), lateral (horizontal) ve posterior semisirküler kanallardır (12).

Vestibüler organlar temporal kemiğin petröz parçasına yerleşmiş olan labirentin denge ile ilgili olan kısmını oluşturmaktadır. Membranöz labirenti kemik labirent çevrelemektedir ve aralarındaki mesafeyi perilenf doldurmaktadır. Kemik labirent semisirküler kanallar ve vestibülden oluşmaktadır (Şekil-5). Membranöz labirent, endolenf içermektedir ve membranöz semisirküler kanallar, utrikül ve 10 sakkülden oluşmaktadır. Membranöz semisirküler kanallar, periotik doku ile kemik kanala sıkıca yapışmış durumdadır ve perilenfatik sıvı ile temastadır (Şekil-6) (12).



Şekil-5: Kemik Labirent (12)



Şekil-6: Membranöz Labirent(12)

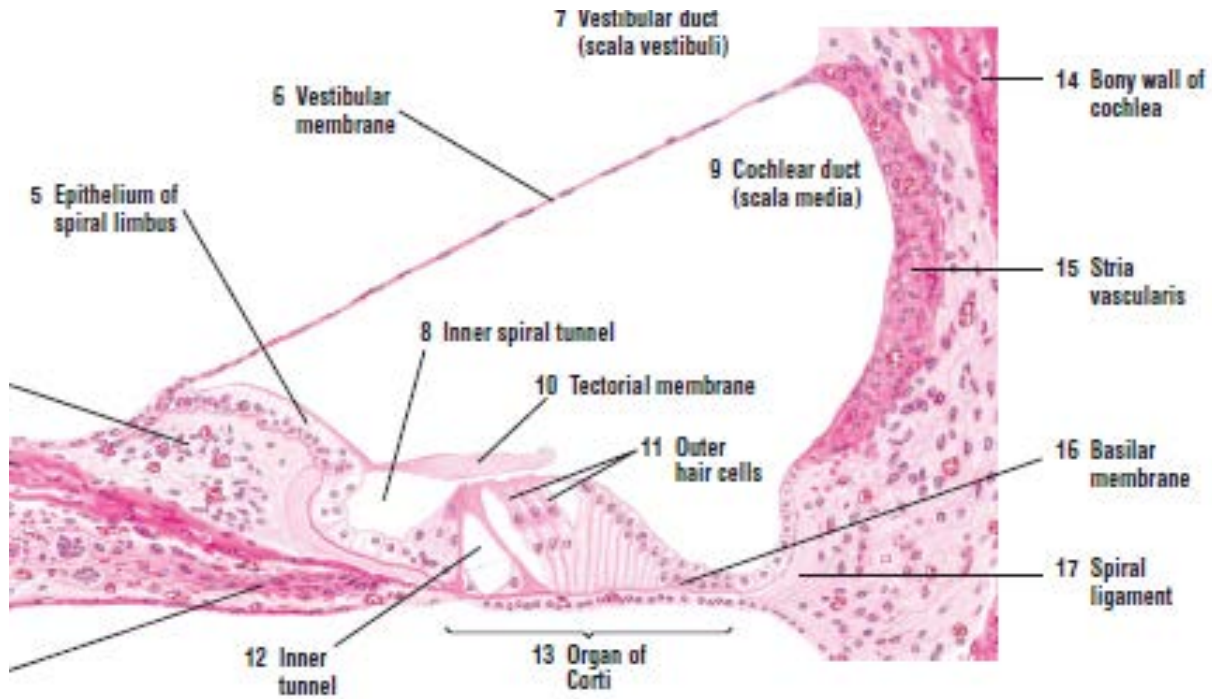
Utrikül, hafifçe düzleşmiş oval bir keseciktir ve periotik doku ve utriküler sinir ile kemiğe sıkı bir şekilde yapışmaktadır. Ön-dış bölümünde yatay düzlemde yerleşmiş sensöriyel epiteli olan makula bulunmaktadır. Sakkül, oval biçimli, utrikülden küçük bir kesedir. Makulası dikey düzlemde yerleşmiştir. Sakkül duktus reuniens ile duktus koklearise bağlanmaktadır. Sakkül ile utrikül arasında bulunan utrikülosakküler duktus ise endolenfatik duktus olarak devam etmektedir ve endolenfatik kesede sonlanmaktadır

Semisirküler kanalların ampullasına yerleşmiş olan kristalar mevcuttur. Krista ampullanın uzun eksenine dik olarak yerleşmiştir ve mekanik hareketlere duyarlı bir hücre sistemi vardır. Buradaki hücrelerin tüyleri, üzerlerinde yer alan kupulanın içine doğru girmektedir (Şekil-7).

Kupula mukopolisakkaritten bir kitledir ve kristadan başlayarak ampullanın tavanına kadar devam ederek utrikül ile semisirküler kanallar arasında sıvı geçirmemektedir. Özgül ağırlığı

çevresindeki endolenf kadar olduğundan açısız hareketler sırasında, endolenfle birlikte hareket etmektedir ama lineer hareketlerde endolenf akımı olmadığı için etkilenmemektedir (13).

Utrikül ve sakkülde baş hareketlerine duyarlı olan makula mevcuttur. Makula; yerçekimine duyarlı nöroepitelyal tüylü hücreler, destek hücreleri, kan damarları, sinir lifleri ve bunların üzerine yerleşmiş olan otolitik membranlardan oluşmaktadır. Tüylü hücreleri otolitik membran içine gömülmüşlerdir. Otolitik membranın özelliği, özgül yoğunluğunun yüksek olması ve içinde kalsiyum karbonat kristalleri olan otolitlerin bulunmasıdır (12).



Şekil-7: Krista Histolojik Kesiti(12)

Tüylü hücrelerin üst uçlarında 30-100 stereosilia ve bir tane kinosilium bulunur. Stereosiliaların, kinosiliuma doğru veya kinosiliumdan uzaklaşarak yaptığı hareketler, polarizasyonun yönünün belirlenmesini sağlamaktadır. Krista ve makulalarda istirahat halinde bile bir akım söz konusudur. Buna “istirahat polarizasyonu” denir. İstirahat halinde yaklaşık 60 μV 'luk bir elektrik yükü saptanmaktadır. Stereosiliaların, kinosiliuma göre hareketi, bu elektrik yükü arttırıp azaltarak, hücre ile direkt ilişkili olan sinir liflerini uyarmaktadır

2.2.2.2. Vestibüler Sinir

Tip 1 ve tip 2 hücrelerden çıkan sinir lifleri, inferior ve süperior vestibüler sinir olarak Scarpa ganglionun ulaşmaktadır. Scarpa ganglionu internal akustik kanalın hemen inferiorunda bulunmaktadır. Süperior vestibüler sinir, lateral ve süperior krista ile utriküler makuladan lifler taşırken; inferior vestibüler sinir, posterior krista ile sakküler makuladan lifler taşımaktadır.

2.2.2.3. Vestibüler Nükleuslar

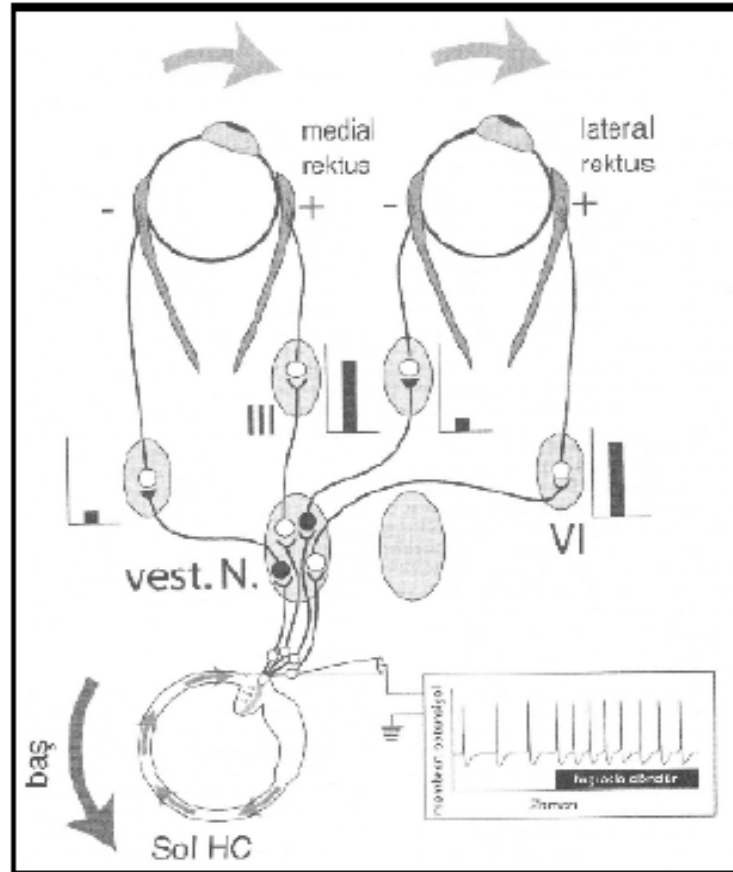
Vestibüler nükleuslar, dördüncü ventrikülün tabanına yerleşmiştir ve süperior, inferior, medial ve lateral nükleuslardan oluşmaktadır. Süperior nükleus, semisirküler kanallardan gelen lifleri almaktadır ve vestibülooküler refleks ile ilişkilidir. Medial nükleusun üst kısmı; semisirküler kanallardan, fastigial nükleustan ve flokkulustan gelen afferentleri, orta kısmı sakküler ve utriküler afferentleri, kaudal kısmı serebellumdan gelen afferentleri almaktadır. İnférieur nükleus otolitik organlardan projeksiyonlar almaktadır. Bu nükleustaki hücrelerin bir kısmı vestibülospinal traktusa katılmaktadır, fakat büyük bir kısmı serebellumla bağlantılıdır. Lateral nükleusun dorsal kısmı lateral vestibülospinal traktusu oluşturmaktadır (13).

2.2.3. Vestibüler Refleksler

2.2.3.1. Vestibülooküler Refleks

Vestibülooküler refleksin (VOR) amacı, baş hareketleri sırasında retinadaki imajı sabitleyebilmek için görme alanını sabit tutmaktır. Bu amaçla gözler başın aksi yönünde ve aynı hızla hareket etmektedir. Semisirküler kanalların açısız, otolitik organların ise lineer akselerasyon ile aktive olması ile refleks arkı başlamaktadır. Aktive olan vestibüler sinir, vestibüler nükleusa ulaşmaktadır ve vestibüler nükleus okulomotor nükleusa direkt ve indirekt yoldan bağlanmaktadır. Direkt yol medyal longitudinal fasikulus içinde ilerleyerek okulomotor ve abduzens nükleusları ile bağlantıyı sağlamaktadır. İndirekt yol ise retiküler formasyon içinde yer alan multisinaptik bir yoldur. Direkt yol göz hareketlerinin hızla başlamasını sağlarken, indirekt yol içindeki birçok geri besleme devresi ile gözlerin spontan tonusunu, yapılan hareketlerin ince kontrolünü sağlamaktadır. VOR refleksinin latansı 12-14 msn'dir.

Direkt ve indirekt sistemlerin uyarıcı ve inhibe edici bağlantılarının organizasyonuyla, vestibüler uyarılar göz hareketlerini kontrol edebilmektedir. Fizyolojik durumlarda her iki kulaktaki kanallar beraber uyarıldığı için bu sistem dörtlü bir itme-çekme etkisi şeklinde çalışmaktadır. Bu durumda kommissural bağlantılar iki tarafın hareketlerini kontrol etmede önemli görev yüklenmektedir. Vestibülooküler refleks sayesinde, örneğin baş sola doğru çevirildiğinde, sol horizontal semisirküler kanal ampullasında eksitasyon olmaktadır. Vestibüler nükleustan okülomotor ve abduzens nukleuslarına olan bağlantılar sonucunda, sol gözün medial rektus ve sağ gözün lateral rektus kasında kontraksiyon ile sol gözün lateral rektus ve sağ gözün medial rektus kasında inhibisyon meydana gelmektedir (Şekil-8) (14).



Şekil-8: Vestibülooküler Refleks Arkı (14)

(Sol HC: Sol horizontal semisirküler kanal, Vest N.: Vestibüler nükleus, III: Okülomotor nükleusu, VI: Abduzens nükleusu)

2.2.3.2. Vestibülospinal Refleks

Vestibülospinal refleks, statik ve dinamik şartlarda başın stabilize olmasını ve yerçekimine karşı dik postürün korunmasını sağlamaktadır. Vücudun pozisyonunu korumakta ve düşmeyi engellemektedir. Lateral vestibülospinal traktus (LVST), medial vestibülospinal traktus (MVST) ve retikülospinal traktus (RST) olmak üzere üç majör traktus mevcuttur. LVST lateral nükleustan başlamaktadır ve spinal kordun ipsilateral ventral funikulusundan aşağı inmektedir. MVST; medial, lateral ve inferior nükleuslardan başlamaktadır ve bilateral medial longitudinal fasikulustan midtorasik seviyeye kadar aşağı inmektedir. Lineer ve açısal akselerasyonlar, vestibüler sinirde uyarı yaptıktan sonra vestibüler nükleuslardan çıkan bağlantılar lateral ve medial vestibülospinal traktus yolu ile gövde ve ekstremitelerdeki kaslarda yanıt oluşturmakta ve ipsilateral ekstensör kaslarda tonusu arttırırken, fleksör kaslarda tonusu azaltmaktadır (15).

2.2.3.3. Vestibülokollik Refleks

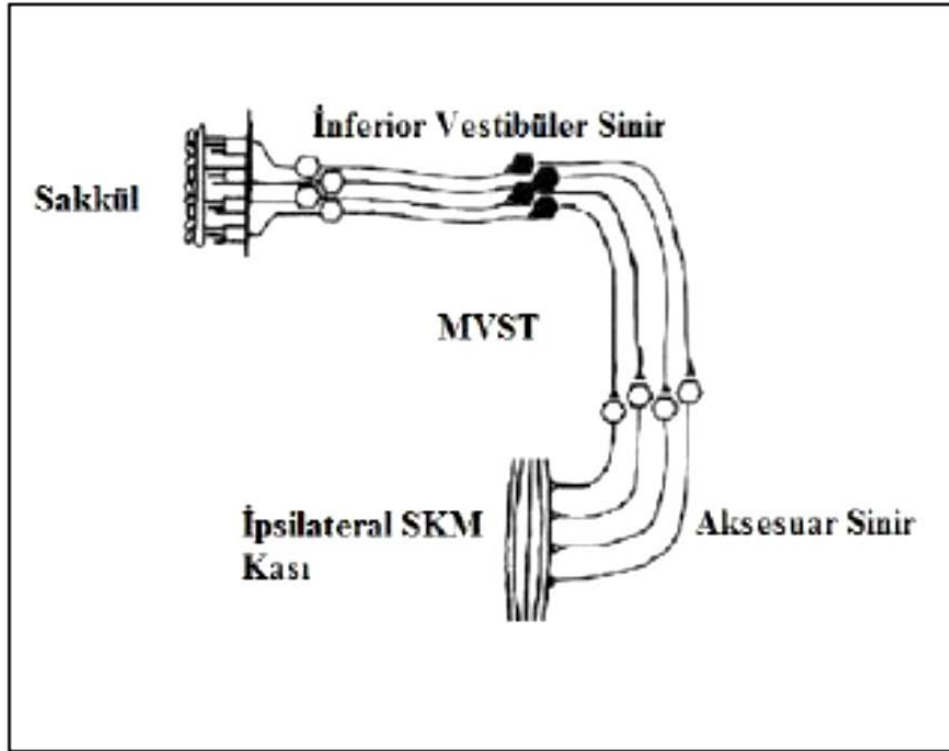
Vestibülokollik refleks, başın rotasyonu ile oluşan boyun kaslarındaki kompanzatuvar yanıtıdır. Refleksin görevi, başın pozisyonu ve dik duruşunu stabilize etmektir. Başın horizontal hareketinde horizontal semisirküler kanallar, vertikal hareketinde vertikal semisirküler kanallar ve otolitik organlar aktive olmaktadır (15).

Utriküler ve sakküler sinirlerin selektif stimülasyonu ile boyun kaslarının elektromiyografi (EMG) kayıtları yapılarak vestibülokollik refleksin sonuçları ortaya konulmuştur. Vestibüler organlar ile boyun motor nöronları arasındaki bağlantılar Tablo 1'de verilmiştir. Bu bağlantılarda sakküler sinirin boyun rotatuvar kaslarına ipsilateral inhibitör etki yaparken, kontralateral etkisinin olmayışı dikkat çekicidir (16).

Sakkülün uyarılması ile başlayan vestibülokollik refleks arkı, inferior vestibüler sinir yoluyla MVST içinde ilerlemekte ve aksesuar sinir aracılığıyla SKM kasında inhibitör etki yaratmaktadır (Şekil-9) (26).

Tablo-1: Vestibüler Organlar İle Boyun Motor Nöronları Arasındaki Bağlantılar

KASLAR	İPSİLATERAL		KONTRALATERAL	
	Sakkül	Utrikül	Sakkül	Utrikül
Ekstensör	Ekstimator LVST	Ekstimator ?	Ekstimator MVST	İnhibitor ?
Fleksör	İnhibitor MVST	Ekstimator LVST	İnhibitor MVST	İnhibitor LVST
Rotatuar	İnhibitor MVST	İnhibitor MVST	ETKİ YOK	Ekstimator MVST



Şekil-9: Vestibülokollik Refleks Arkı (26)

2.2.4. Vestibüler Organların Sese Duyarlılığı

Labirentin fenestrasyon cerrahisi sonrasında sese duyarlı hale geldiği ilk olarak Tullio tarafından raporlanmıştır. Vestibüler sistemin ses duyarlılığı, Tullio fenomeni olarak bilinmektedir (17).

Yapılan hayvan deneylerinde, utrikül ve sakkülün sese yanıt oluşturduğu ve sakkülün en düşük uyarılma eşiğine sahip olduğu gösterilmiştir (18).

Kedilerde sakküler afferentlerin, medial vestibülospinal traktus aracılığıyla ipsilateral SKM kası motor nöronlarına inhibitör etki yarattığı ve kontralateral etkisinin olmadığı gösterilmiştir (16).

Hava yolu ile verilen sesin uyarıldığı vestibülokollik refleks, VEMP testinin temelini oluşturmaktadır (15).

Otolitik afferentlerin kemik yolu ile iletilen sese de duyarlı olduğu ve potansiyel elde edilen afferent sinirin süperior vestibüler sinir, kemik yoluyla iletilen sese duyarlı olan otolitik organın da utrikül olduğu ileri sürülmüştür. Kemik yolu ile iletilen sesle uyarılan vestibülokollik refleks, kemik yolu ile VEMP testinin temelini oluşturmaktadır. Temel kaynağının utrikül ve sinirinin süperior vestibüler sinire ait olduğu ve bu refleksin ipsilateral SKM kasında inhibitör, kontralateral SKM kasında eksitasyon oluşturduğu düşünülmektedir (19).

2.2.5. VEMP

VEMP, kulağa hava yolu ile verilen şiddetli ton-burst veya klik ses uyarımına karşılık ipsilateral SKM kası üzerine yerleştirilen yüzeysel elektrotlar ile kaydedilen sakkül, inferior vestibüler sinir ve santral bağlantılarından kaynaklanan inhibitör elektriksel potansiyellerdir.

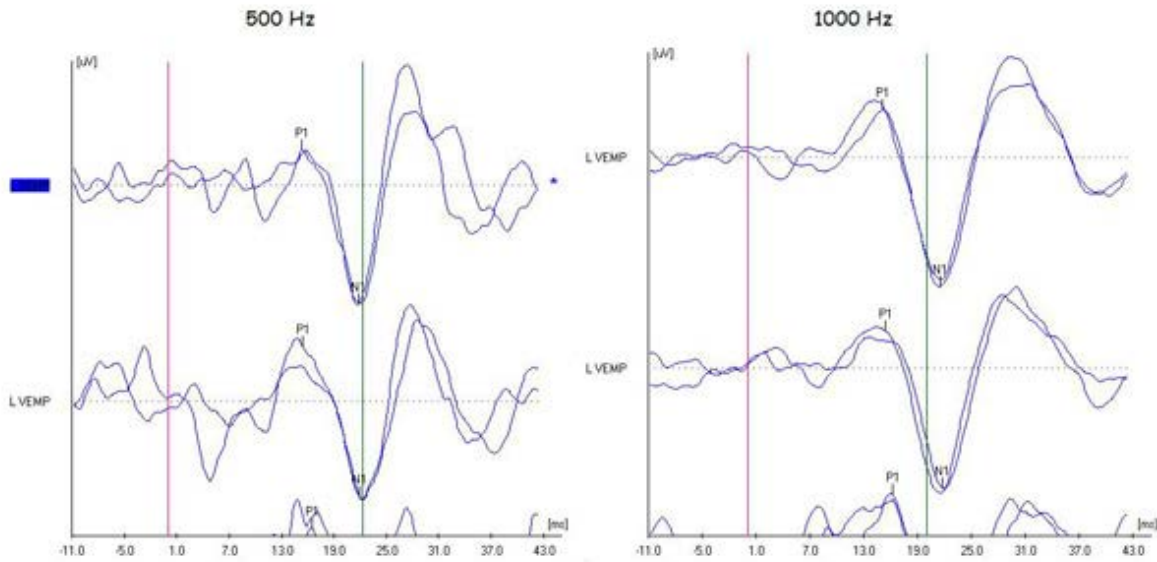
Bickford yaptığı çalışmada; klik uyarımının kas-iskelet sisteminde yayılan bir “sonomotor” yanıtı ortaya çıkardığını ve normal kişiler ile vestibüler ve koklear patolojili hastalarda aldığı kayıtlara göre yanıtların koklear değil vestibüler kaynaklı olduğunu ileri sürmüştür (20).

Colebatch ve ark. 1994’de sesle uyarılmış vestibülokollik refleksi test etmek için SKM kasını kullanmışlardır. Sağlıklı grupta ve SNİK olan grupta, klik uyarım verildikten sonra 13 ve 23 msn latanslı pozitif-negatif bifazik miyojenik potansiyeller elde edilirken, vestibüler sinir cerrahisi geçirmiş grupta ise potansiyellerin elde edilemediğini göstermişlerdir. Colebatch ve ark., p13 ve n23 olarak adlandırdıkları ipsilateral 13 ve 23 msn’de ortaya çıkan dalgaların ortalama eşik değerini 64-80 dB olarak saptamışlardır. Dalgaların amplitüdünde 95 dB ve 100 dB uyarım ile yaklaşık %36

artış olduğunu belirtmişlerdir. p13 ve n23 dışında koklea kaynaklı olduğu düşünülen n34 ve p44 dalgaları da tanımlanmıştır. 22 Ancak başka araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda, normal kişilerin % 68'inde n34 ve p44 dalgalarının saptanabildiği bildirilmiştir (21).

VEMP testinin tarif edilmesinden sonra tüm dünyada bu test ilgi çekmiştir ve VEMP üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Aktif elektrot yerleşiminin, klik ve ton burst uyarının, baş ve göz pozisyonunun, stimulusun şiddetinin, frekansının, süresinin, filtrelerinin, yanıt amplifikasyonu gibi parametrelerinin, mono veya binaural stimulusun ve ipsi veya kontralateral kayıtın VEMP yanıtları üzerine etkileri araştırılmıştır (22).

VEMP yanıtlarını değerlendirilmesinde kullanılan parametreler; eşik şiddeti, p13 ve n23 latans süresi, interpeak amplitüd ve amplitüd asimetri oranıdır. Bir VEMP kayıt örneği Resim 6'de verilmiştir.



Grafik-1: VEMP Kayıt Örneği

Latans süresi, uyarın verildikten sonra p13 ve n23 dalgalarının oluşması için geçen süredir. Uzamış latanslar, retrolabirentin ya da santral hastalıkların belirtileridir (23). Latans; p13 için 12-15 msn, n23 için 20-25 msn'dir.

Eşik uyarın şiddeti, tekrarlanabilen p13-n23 bifazik dalgasının elde edilebildiği en düşük ses şiddetidir. Colebatch ve ark., klik uyarına yanıtın eşik değerini ortalama 86 dB nHL, en düşük

70 dB nHL olarak saptamışlardır. Eşik değerin 70 dB nHL altında olması vestibüler organların sese hipersensitivitesi olarak yorumlanır ve Tullio fenomeni olarak adlandırılmaktadır (17).

İnterpeak amplitüd değeri, p13 ile n23 arasındaki voltaj farkıdır. İnterpeak amplitüd değeri; SKM kasının kontraksiyonundan, uyarının şiddetinden ve frekansından etkilenmekle birlikte çalışmalarda elde edilen değerler değişmektedir. 22 Vanspauwen ve ark.; SKM kasının tonik kontraksiyonlarını standartize etmek için, manometre-feedback destekli VEMP testi önermiştir. Bu yöntemde; çalışma hastalarına, şişirilmiş bir yastıkçığa çeneleri ile basınç uygulayarak, manometrede ölçülen basıncı belirli bir değerde sabit tutmalarını istemiştir.

Amplitüd asimetri oranı, VEMP değerlendirilmesinde başka bir parametredir. Asimetri oranı, aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır.

$$\text{Amplitüd asimetri oranı} = 100 \times (A_r - A_l) / (A_r + A_l)$$

(A r: sağ kulaktaki amplitüd, A l: sol kulaktaki amplitüd)

Sağ ve sol taraf arasında SKM kasının kontraksiyonu patolojik bir neden olmaksızın farklılık gösterebileceğinden, kasın bazal kasılmasını etkisiz hale getiren “düzeltilmiş EMG” (rectified EMG) yöntemi önerilmiştir. Bu yöntemde “stimulus öncesi düzeltme değeri” bilgisayar programında hesaplanarak, dalganın amplitüd değerine olan oranı bulunmaktadır. Elde edilen sonuç düzeltilmiş VEMP olarak adlandırılmaktadır. Sağlıklı bireylerde düzeltilmiş ve düzeltilmemiş VEMP ile elde edilen amplitüd asimetri oranının karşılaştırıldığı çalışmada, amplitüd asimetri oranında azalma olduğu saptanmıştır.

Murofishi; kliniklerinde asimetri oranının % 34,2'den büyük olmasını patolojik kabul edildiğini ancak her kliniğin kayıt şartları farklı olabileceğinden, kliniklerin kendi standartlarını belirlemesi gerektiğini belirtmiştir (1).

VEMP yanıtları değerlendirilirken ilk olarak VEMP'in varlığı sorgulanmalıdır. VEMP testinde bilateral yanıt alınmaması 60 yaşın üstündeki kişilerde her zaman patolojik bulunmaz iken, 60 yaş altı kişilerde sakkülokollik yolak patolojisi varlığına işaret etmektedir. Ayrıca 60 yaş üstündeki bireylerde de tek taraflı VEMP elde edilememesi patolojik bulgu olarak kabul edilmektedir. VEMP testinde yanıt elde edilemediği hallerde ilk yapılması gereken kulaklığın doğru

şekilde yerleştirildiğinin kontrol edilmesidir. Daha sonra, iletim tipi işitme kaybı (İTİK) varlığı araştırılmalıdır (1).

SNİK, VEMP yanıtını etkilemezken; İTİK varlığında yanıt alınmamaktadır. Ancak akustik reflekslerin mevcut olduğu İTİK hastalarının VEMP testinde eşik değerlerin düşük ve interpeak amplitüdlerin yüksek olarak saptanması, vestibüler sistemin sese karşı duyarlılığını göstermekle birlikte süperior semisirküler kanal dehissansı tanısını desteklemektedir.

p13 latansının uzamasına, n23 latansının uzamasından daha sıklıkla rastlanılmaktadır. Meniere hastalığı, vestibüler nöronit, akustik nörinom ve multipl skleroz tanılı olguların VEMP yanıtlarının karşılaştırıldığı bir çalışmada, p13 latans uzaması multipl skleroz grubundaki tüm olgularda gözlenmiş ve uzamış latansın beyin sapı lezyonlarında tanıyı destekleyici olduğu bildirilmiştir(23).

2.3. İşitme Fizyolojisi

Kulak kepçesi yardımıyla toplanan ve DKY'den kulak zarına taşınan ses dalgaları kulak zarını titreştirerek orta kulak kemikçiklerini hareket ettirir. Kulak zarındaki içe doğru hareket sonucunda sırasıyla malleus sapı içe, malleus ve inkusun başı dışa, inkusun uzun kolu ve stapes ise birlikte içe hareketlenir. Sonuçta oval pencereye oturmuş olan stapes tabanı, hareketini skala vestibülideki perilenfe iletir. Sıvılar sıkıştırılmadığı için bu hareket helikotrema vasıtasıyla skala timpaniye aktarılır ve yuvarlak pencerede bulunan zarıda dışa doğru bombeleşmeye neden olur(24).

Akustik impedansı düşük olan hava ortamından, yüksek olan sıvı ortamına geçen sesin şiddeti azalır ve 30 dB civarında bir kayba uğrar. Orta kulak ise DKY'den iç kulağa geçen ses dalgalarında enerji azalmasını önlemek amacı ile impedans adaptasyonu görevini üstlenir ve akustik enerjiyi Corti organına verimli bir şekilde aktarır. Kulak zarı ile stapes tabanının yüzey alanları arasındaki oran sayesinde 17 kat, kemik zincirin kaldıraç tarzı yapısı sayesinde de 1.3 kat olmak üzere, orta kulakta ses dalgalarının gücü toplam 22 kat artırılmış olur. Sonuçta orta kulak sesin gücünü 30 dB artırarak iç kulağa iletmekte ve impedans farkından oluşan kaybı önlemektedir.

Kohleanın apekse yakın kesimi düşük frekanslı seslere, bazal kesimi ise yüksek frekanslı seslere duyarlıdır. Stapes tabanının hareketinin perilenfe iletilmesi ile kokleaya giren titreşimler,

perilenfte oval pencereden yuvarlak pencereye doğru bir harekete neden olurlar. Skala vestibülide ilerleyen bu titreşimler, perilenfin karşı koyuculuğu ile her frekans için özel bir yerde olmak üzere skala media üzerine yöneltilirler ve skala media skala timpaniye doğru itilir. Bu sırada hava yoluyla yuvarlak pencereye daha geç ve daha zayıf şekilde iletilen titreşimlerin oluşturduğu skala timpanideki hareket de bu harekete karşı koyar. Böylece iki skala arasındaki dalgalanma hareketi Corti organında dalgalanmaya neden olur. Baziler membranın hareketi sırasında tüylü duyu hücreleri tektoryal membrana çarparak mekanik enerjiyi elektrokimyasal enerjiye dönüştürürler ve buradan kalkan sinir impulsları koklear sinir aracılığıyla İAK'da anteroinferior kadranda ilerleyip SPA sistemini içinden geçerek medulla oblongata üst kesimde periferik yerleşimli dorsal ve ventral koklear nükleuslarda sinaps yapar. Hem çaprazlaşan hem de çaprazlaşmayan lifler lateral lemniskus boyunca önce inferior kollikulusa ve sonra da talamustaki medial genikülat cisme gider ve en sonunda da superior temporal girustaki işitme merkezine ulaşır.

2.4. İşitme Kayıpları

2.4.1. İletim Tipi İşitme Kaybı

İletim tipi işitme kaybının en sık nedenleri dış ve orta kulak kaynaklı ve bazen de iç kulak kaynaklıdır.

2.4.1.1. Dış Kulak Kaynaklı İletim Tipi İşitme Kaybı Nedenleri

Dış kulak patolojisine bağlı iletim tipi işitme kaybı, DKY'nin buşon, inflamasyon, yabancı cisim, neoplazm, konjenital veya akkiz stenozlar, ekzostoz ya da osteom nedeniyle tıkanması sonucunda görülür. Bu tip DKY problemlerinin değerlendirilmesinde temporal kemik BT tetkiki en uygun modalitedir. Buşon, komşu kemikte erozyon yapmayan yumuşak doku gibi görünür. Otitis eksternaya bağlı inflamatuvar olaylarda DKY'deki yumuşak dokuda ödem ve kalınlaşma izlenir ancak nekrotizan tip haricinde kemik erozyonu izlenmez. DKY kolesteatomu da kanalın bir kısmını dolduran yumuşak doku kitlesi olarak görülür, ancak buşondan farklı olarak komşu kemik yapıda lokal erozyona neden olur. Erozyon düzgün sınırlı olabileceği gibi malign neoplazmlardan ayrılamayacak düzeyde düzensiz de olabilir. DKY'nin en sık primer malignitesi skuamöz ve bazal hücreli karsinomlardır. Bu tümörler sıklıkla düzensiz ya da litik kemik erozyonu ile beraber seyreden yumuşak doku kitleleri şeklinde izlenirler.

DKY konjenital olarak stenotik ya da tamamen atretik olabilir. Stenoz ya da atrezi, yumuşak doku tıkaçı şeklinde olan membranöz atreziye, kemik atreziye ya da her ikisinin kombinasyonuna bağlı olabilir ve sıklıkla kemik zincir anomalileri ile beraberlik gösterir. Otik kapsül anomalileri eşlik edebilir veya etmeyebilir. Bu hastalarda fasiyal sinirin seyri de sıklıkla anormaldir ve özellikle fasiyal sinirin ikinci kısmı ile mastoid segmenti anterolateral yerleşimlidir. Rekonstrüktif cerrahiye alınacak bu hastalarda anormal seyrin preoperatif bilinmesi olası komplikasyonları engellemek için gereklidir.

2.4.1.2. Orta Ve İç Kulak Kaynaklı İletim Tipi İşitme Kaybı Nedenleri

Orta kulak orijinli iletim tipi işitme kayıpları kemik zincirin konjenital anomalileri, konjenital oval veya yuvarlak pencere atrezisi, travma, akut ya da kronik otitis media, kolesteatom, fenestral otoskleroz ile benign veya malign neoplazmlardan kaynaklanıyor olabilir. Yakın zamanda iletim tipi işitme kaybı nedeni olarak yuvarlak ve oval pencerelere ilaveten iç kulakta fonksiyonel üçüncü bir pencerenin daha varlığı tanımlanmıştır. Bu durum SSK'ların kemik çatısındaki açılma sonucunda oluşmaktadır.

Kemik zincirin konjenital anomalileri içinde kemik zincir malformasyonları, konjenital stapes fiksasyonu, lateral zincir fiksasyonu, inkudomalleal eklem füzyonu sayılabilir. İnkudomalleal eklem füzyonu, DKY atrezilerindeki malforme inkus-malleus kompleksi gibi görünüm verebilir. Lateral zincir fiksasyonu ise malleus başı ya da inkus gövdesiyle attik etrafındaki kemik duvar arasında kemikten bir köprü oluşmasıdır. Konjenital stapes fiksasyonunda BT normal olabilir ya da stapes tabanında kalınlaşma görülebilir.

Temporal kemik travması ya kemik zincir devamlılığını bozarak ya da hemotimpanuma neden olarak iletim tipi işitme kaybı yapabilir. Travma sonrasında kemik zincir devamlılığının bozulmasının en sık nedeni, inkus dislokasyonu ile birlikte görülen inkudostapezyal eklem ayrılmasıdır. Temporal kemiğin longitudinal kırıkları iletim tipi işitme kaybıyla daha sık ilişkilidir.

Kolesteatom, inflamatuvar olaylar veya otitis media gibi enfeksiyonlarda orta kulak boşluğunda sıvı veya yumuşak doku varlığı nedeniyle iletim tipi işitme kaybı izlenir. Temporal kemik BT incelemesinde akut otitis media, orta kulağın ve mastoid hücrelerin opasifikasyonu şeklinde izlenir. Fulminan enfeksiyon varlığı dışında kemik değişiklikleri görülmez. Kronik otitis

mediada ise, ek olarak kemik zincirde, özellikle de inkudostapezyal eklemden erozyon izlenebilir. Skutum erozyonu veya Prussak boşluğunda yumuşak doku varlığı kolesteatom için şüphe uyandırıcı bulgulardır.

2.5. İşitmeye Yardımcı Cihazlar Ve Kohlear İmplant

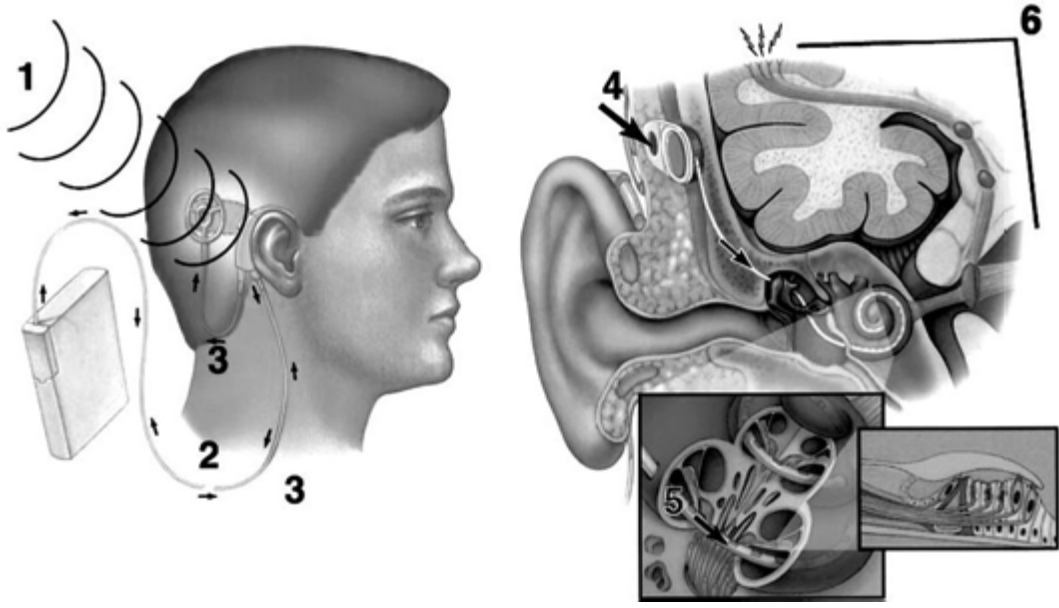
Günümüzde işitme kaybını düzeltmeye yönelik üç tip cihaz kullanılmaktadır: Bunlar konvansiyonel işitme cihazı, koklear implant ve beyin sapı implantıdır.

2.5.1. Konvansiyonel İşitme Cihazları

Konvansiyonel işitme cihazları, alınan akustik sinyalleri magnifiye ederek fizyolojik işitme yoluyla kulağa veren yükselticiler olarak fonksiyon görürler. Yükseltilecek sinyaller normal işitme yollarını takip ederler. Eğer potansiyel olarak güçlendirilebilecek bir işitme kabiliyeti mevcut ise bu konvansiyonel cihazlar tercih edilir. Bu sinyalleri değerlendirecek yeterli sayıda fonksiyonel koklear tüylü duyu hücresi bulunmaz ise cihaz yetersiz kalmaktadır.

2.5.2. Kohlear İmplant

Kohlear implantların çalışma mekanizması Kohlear implantlar, işitme cihazlarından farklı olarak ses dalgalarını sadece yükseltmez, aynı zamanda alınan ses dalgalarını işleyip elektriksel uyarılara dönüştürür. Bu implantlar ciddi SNİK olan hastalar için tasarlanmıştır. Kulak arkasında yer alan mikrofon sesleri işlemciye gönderir. Her implantın işlemcisi (processor), cihazın üreticisine ve modeline göre farklı bir algoritma kullanarak konuşma ve ses uyarılarını dijital olarak kodlar ve bu kodlanmış sinyalleri aktarıcıya (transmitter) gönderir. Aktarıcı kulak arkasında, implante edilen uyarıcıya (stimülatör) mıknatıs vasıtasıyla tutturulan kısım olup kodlanan sinyalleri transkutanöz yolla uyarıcıya gönderir. Uyarıcıda koklear sarmallara implante edilen elektrotlar vasıtasıyla spiral gangliyon hücreleri ve koklear aksonları direkt olarak uyarır. Bu yöntem sayesinde, Corti organındaki şiddetli dejenerasyona uğramış tüylü duyu hücrelerini pas geçmek mümkün olmaktadır (25). Uyarılar buradan sonra normal işitme yolağını takip eder (Şekil 5).



Şekil-10: Kohlear İmplantın Çalışma Mekanizmasını Anlatan Şematik Çizim (26).

- 1) Mikrofon sesi alır.
- 2) Ses konuşma işlemcisine taşınır ve burada analiz edilip dijital olarak kodlanmış sinyallere dönüştürülür.
- 3) Kodlanmış sinyaller aktarıcıya gönderilir ve aktarıcı da bu sinyalleri ciltten geçirip içerideki implanta aktarır.
- 4) İmplant ise kodları elektrik sinyallerine çevirir.
- 5) Bu sinyaller elektrotlar vasıtasıyla koklear sinirin hasar görmemiş spiral gangliyon hücrelerini ve aksonlarını uyarır.
- 6) Elektrik uyarısı buradan sonraki normal işitme yolağını takip eder.

Kohlear implantasyonun endikasyon ve kontrendikasyonları Konvansiyonel işitme cihazlarından anlamlı bir yarar görmeyen akkiz ya da konjenital nedenli ileri derecede SNİK olgularında koklear implant takılabilir. Kohlear implantasyon için temel şart, normal ya da malforme de olsa bir kokleanın ve koklear sinirin varlığıdır (27).

2.5.3. Beyin Sapı İmplantları

Beyin sapı implantlarının koklear implanttan farkı, Corti organını ve koklear siniri atlayarak elektriksel uyarıları doğrudan beyin sapındaki koklear sinirin nükleusuna iletilmesidir (Şekil 5). Kohleası veya koklear siniri olmayan ya da kokleanın tamamen ossifiye olduğu ileri menenjit ve otoskleroz olgularında endikedir. Ayrıca nörofibromatozis tip 2 tanılı hastalarda

bilateral vestibüler shvannomun çıkarılmasından sonra gelişen sağırılıkta da beyin sapı implantları kullanılır (28).



3.GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Çalışmanın Yapıldığı Yer Ve Tarih

Bu çalışma Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu'nun 01.09.2016 tarih ve 07 nolu oturum 05 sayılı onayı alındıktan sonra yürütülmeye başlanmıştır. Çalışmaya katılan hastalara cVEMP Ekim ve Kasım 2016 tarihleri arasında Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı'nda yapılmıştır.

3.2. Olgu Seçimi

Çalışma, Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz kliniğinde takip edilen ve en az 1 yıl önce koklear implant olmuş hastalar ile yakın yaş grubunda olan işitme problemi bulunmayan poliklinik hastaları üzerinde yapılmıştır. Çalışma prospektif bir çalışmadır.

Olguların öyküleri değerlendirilip, her olguda kulak burun boğaz muayenesi ve cVEMP testi yapılmıştır. cVEMP testine uyum sağlayamayan olgular çalışma dışı bırakılmıştır. Çalışma ve kontrol grubuna çalışma ile ilgili ayrıntılı bilgi verilerek, onamları alınmıştır.

Çalışma grubu 41 koklear implantı hastadan ve 34 kontrol grubundan oluşmaktadır. Çalışma grubundaki 41 hastanın 40 'ının opere kulağı sağ taraftır. Çalışma grubundaki en küçük yaş 2 iken en büyük yaş 25'tir. 0-4 yaş arası hasta sayısı 12'dir.18 yaştan büyük hasta sayısı 3' tür. Kontrol grubu çalışma grubu ile yaş ve cinsiyet özellikleri benzeyen hastalardan oluşturulmuştur. Hastaların hem sağ hemde sol kulağına cVEMP testi uygulanmış ve ayrı ayrı karşılaştırılmıştır.

3.3. cVEMP Testi Uygulaması

Çalışmaya dahil edilen olgulara ve kontrol grubuna cVEMP testi uygulanmıştır. Monoaural stimülasyon ile çift kanaldan gerçekleştirilen ipsilateral kayıtlarda altın kaplama disk elektrotlar kullanılmıştır. Aktif elektrotlar birkonnektör ile birleştirilerek juguler çentiğin hemen altında sternum üzerine, referans elektrod sternokleidomastoid kasın 1/3 orta kısmına ve toprak elektrot ise alında ortahatta saçlı deri sınırına yakın olarak nasiona yerleştirilmiştir. Uyarılma için "ICS Medical insert earphone" (ER 3A/5A Insert Earphone 300 ohms) kulaklık kullanılmıştır.

Kayıt öncesinde elektrodlar arası empedans farkının 3 kohm'un altında tutulmasına dikkat edilmiştir.

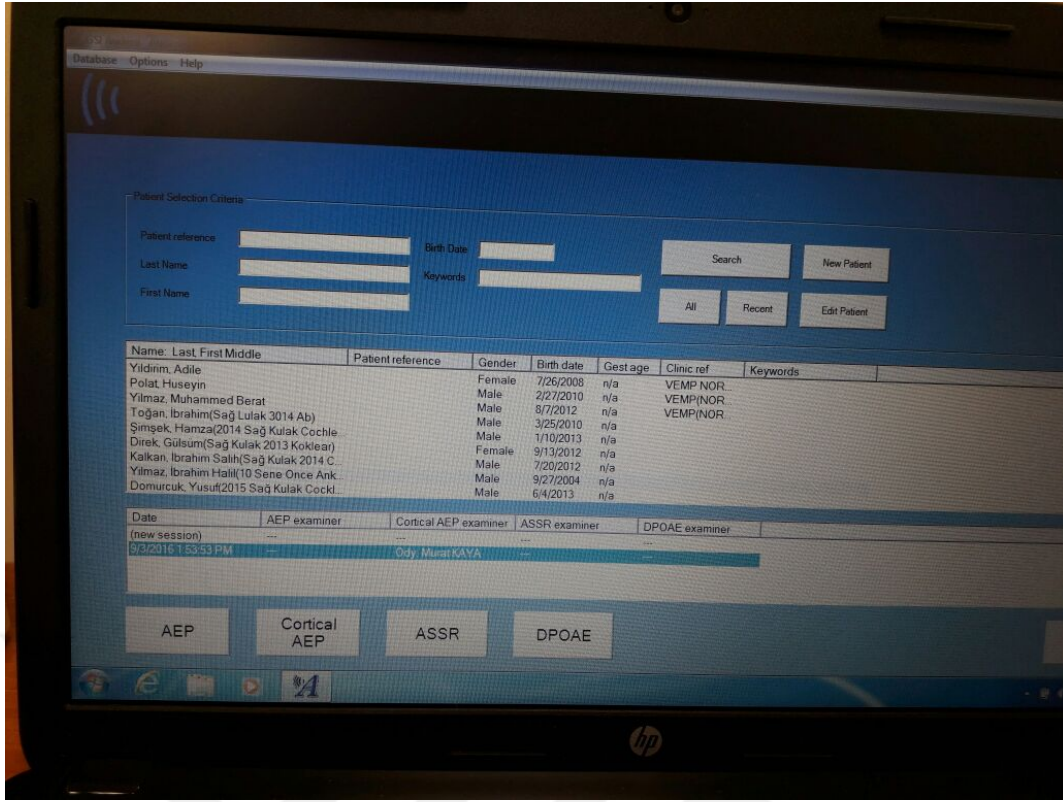


Resim-1: Hastalara cVEMP Testi Uygulaması

Test edilen bireyler sırtüstü uzanırken, test edilen kulakta sesin duyulması ile başlarını 300 fleksiyona getirmeleri istenmiştir. Bu durum bireylere başın kaldırarak parmak ucuna bakmalarının istenmesi şeklinde anlatılmıştır. Böylece SKM kasında tonik aktivasyonunun sağlanması amaçlanmıştır. cVEMP yanıtlarının eşik uyaran şiddeti, ilk pozitif (p13) ve onu takip eden negatif dalga (n23) latansları ve bu iki dalganın tepe noktaları arasında kalan amplitüdüleri analiz edilmiştir. Ek olarak amplitüd asimetri oranı aşağıdaki formülle hesaplanmış, istatistiksel analizde amplitüd asimetri oranının mutlak değeri kullanılmıştır.

$$\text{Amplitüd asimetri oranı} = 100 \times (A_r - A_l) / (A_r + A_l)$$

(A r: sağ kulağın amplitüdü; A l: sol kulağın amplitüdü)



Resim-2: cVEMP Testi Bilgisayar Uygulaması

cVEMP uygulaması ve kayıtlamasında CSI-AUDERA işitsel potansiyel cihazı kullanılmıştır. Uyarın olarak rarefaksiyon polaritede 500 Hz ton-burst kullanılmıştır. Uyarın şiddeti 90,95,100,105 dB nHL'den başlayarak eşik ve eşik altı seviyeye kadar düşürülmüştür. Band geçirgenliği 10Hz-750 Hz olan filtre aralığında, 90dB nHL'den başlayarak 5,9/sn tekrarlama sıklığında verilen, uyarana karşı ortayaçıkan 150 yanıtın ortalaması alınarak elde edilen cVEMP dalga formları bireylerin eşığının bulunduğu son şiddete kadar bilgisayarla kayıtlanmıştır. Yanıtların kontrolü amacıyla iki kayıt yapılarak sağlama uygulanmıştır. Hanning protokolü ile uyarın süresi her frekans için 2-0 döngü/devir ve 25 msn gecikme şeklinde kullanılmıştır. cVEMP yanıtlarının interpeak amplitüd değerleri, 105 dB uyarın ile elde edilen dalgalarda hesaplanmıştır.

cVEMP testi uyarın ve kayıt parametreleri aşağıda sunulmuştur:

Elektrot Yerleşimi: Pozitif elektrot, SCM kası 1/3 orta karın kısmına; Toprak elektrotu, alın orta hatta; Referans elektrotu, SCM kasının sternuma yapıştığı sternoklavikular eklem üzerine

Uyarın Tipi: 500 Hz tone burst uyarın

Kulaklık Tipi: ER 3A/5A Inset Earphone 300 ohms

Uyarın Şiddeti: 105dB nHL

Uyarın Miktarı (Sweep): 150

Chart 2 -- Waveforms

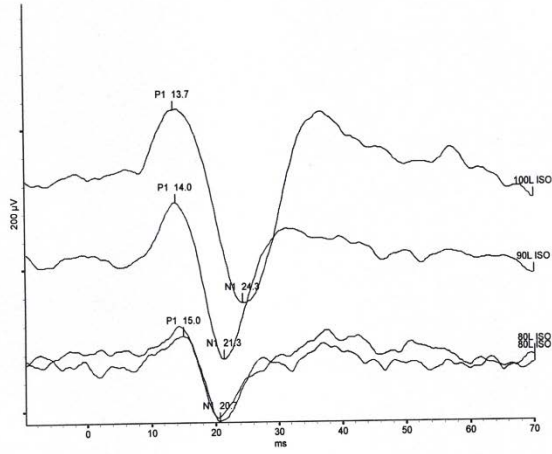


Chart 2 -- Measurements

Trace	Ear	Stim Level	P1 Latency	N1 Latency	Amplitude
L, 500Hz, 100dB nHL, ±, 5.1, T8 [9] ISO	Left	100.0 dB nHL	13.67ms	24.34ms	274.96µV
L, 500Hz, 90dB nHL, ±, 5.1, T2 [7] ISO	Left	90.0 dB nHL	14.00ms	21.34ms	221.52µV
L, 500Hz, 80dB nHL, ±, 5.1, T7 [12] ISO	Left	80.0 dB nHL	15.00ms	20.67ms	121.06µV
L, 500Hz, 80dB nHL, ±, 5.1, T5 [11] ISO	Left	80.0 dB nHL			

Chart 2 -- Waveform details

Trace	Ear	Stim Level	Mask Level	Stim Type	Stim Pol.
L, 500Hz, 100dB nHL, ±, 5.1, T8 [9] ISO	Left	100.0 dB nHL	60.0 dB nHL	500 Hz Blackman Pip 2-1-2 cycles	Alternating
L, 500Hz, 90dB nHL, ±, 5.1, T2 [7] ISO	Left	90.0 dB nHL	50.0 dB nHL	500 Hz Blackman Pip 2-1-2 cycles	Alternating

Printed: 12/7/2016 1:13 PM

Page 1 of 3

Grafik-2: Katılımcılardan Cevap Alınan cVEMP Örneği

Chart 1 -- Waveforms

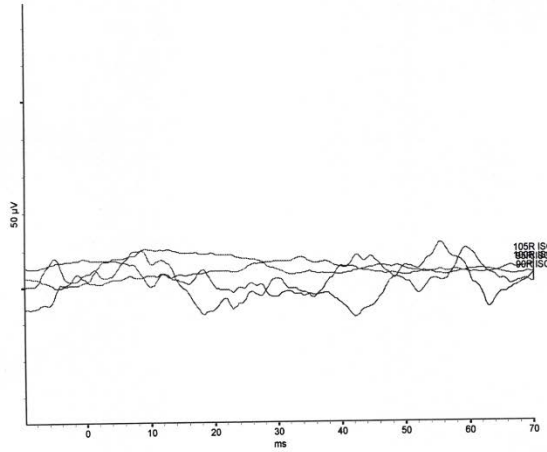


Chart 1 -- Measurements

This measurement table has not been printed because it is blank.

Chart 1 -- Waveform details

Trace	Ear	Stim Level	Mask Level	Stim Type	Stim Pol.
R, 500Hz, 105dB nHL, ±, 5.1, T4 [4] ISO	Right	105.0 dB nHL	65.0 dB nHL	500 Hz Blackman Pip 2-1-2 cycles	Alternating
R, 500Hz, 100dB nHL, ±, 5.1, T5 [3] ISO	Right	100.0 dB nHL	60.0 dB nHL	500 Hz Blackman Pip 2-1-2 cycles	Alternating
R, 500Hz, 95dB nHL, ±, 5.1, T6 [2] ISO	Right	95.0 dB nHL	55.0 dB nHL	500 Hz Blackman Pip 2-1-2 cycles	Alternating
R, 500Hz, 90dB nHL, ±, 5.1, T7 [1] ISO	Right	90.0 dB nHL	50.0 dB nHL	500 Hz Blackman Pip 2-1-2 cycles	Alternating

Printed: 12/7/2016 1:14 PM

Page 2 of 3

Grafik-3: Cevap alınamayan cVEMP örneği

3.4. Araştırma Verilerinin İstatistiksel Değerlendirilmesi

İstatistiksel analizler SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Tanımlayıcı bilgiler ortalama, standart sapma, sayı ve yüzdeler normal dağılmayan değişkenler için ortanca ve çeyreklikler- kullanılarak verilmiştir. Grup karşılaştırmaları için Ki-Kare testi kullanılmış, normal dağılıma uymayan sürekli değişkenlerin karşılaştırılmasında parametrik olmayan testlerden ikili karşılaştırmalar için Mann Whitney U önemlilik testleri kullanılmıştır. P değerinin 0,05'in altında olduğu durumlar istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar olarak değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Katılımcılara Ait Tanımlayıcı Bulgular

Çalışmamıza 41'i (%54,6) hasta, 34'ü (%45,4) kontrol grubundan olmak üzere 75 (%100,0) kişi katılmıştır. Çalışma grubundaki 41 hastanın 40 'ının opere kulağı sağ taraftır. Çalışma grubundaki en küçük yaş 2 iken en büyük yaş 25'tir. 0-4 yaş arası hasta sayısı 12'dir. 18 yaştan büyük hasta sayısı 3' tür. Katılımcıların 46'sını (%61,3) erkek 29'unu kız (%38,7) oluşturmaktadır. Hasta grubunda yaş ortalaması ay olarak 82±66, kontrol grubunda ise 118±117 olarak bulunmuştur. Hastaların 6'sında (%14,6) SNİK risk faktörü olarak küvöz öyküsü mevcuttur. Ayrıca hastaların tamamına (41 kişi) yuvarlak pencere kohleostomi operasyonu yapılmıştır. Sosyodemografik değişkenler ve klinik özellikler Tablo-2'de verilmiştir.

Tablo-2: Katılımcılara Ait Sosyodemografik Değişkenler ve Klinik Özellikler

		Hasta		Kontrol	
		Sayı	%	Sayı	%
İmplant elektrot sayısı	22 elektrotlu implant	7	17,1	-	-
	12 elktrotlu implant	33	80,5	-	-
	16 elektrotlu implant	1	2,4	-	-
Cinsiyet	Erkek	23	56,1	23	67,6
	Kız	18	43,9	11	32,4
Cevap alma durumu	Cevap yok	17	41,5	2	5,9
	Cevap alındı	24	58,5	32	94,1
Cevap alınamayan taraf	Opere kulak	5	31,3	1	50,0
	Karşı taraf	3	18,8	1	50,0
	Her ikisinde de	8	50,0	0	0
Baş dönmesi	Yok	34	82,9	34	100
	Var	7	17,1	0	0
Pre-op MR'da koklear anomali	Yok	41	100	-	-
	Var	0	0	-	-
Pre-op BT'de koklear anomali	Yok	41	100	-	-
	Var	0	0	-	-
Ek komorbidite	Yok	41	100	34	100
	Var	0	0	0	0
Operasyon anında yaş*		41 ± 49	24 (12-48)	-	-
Yaş* (ort±ss)		82 ± 66	54 (44-103)	118 ± 117	80 (62-115)

*Yaş ay olarak belirtilmiştir. Ortalama ± standart sapma ve ortanca (25-75 pers.) ile sunulmuştur.

Katılımcılara ait sternocleidomastoid (SCM) kasından yapılan cVEMP (Vestibular Evoked Myogenic Potential Testing) yöntemine ait sonuçlar Tablo-3’de gösterilmiştir.

Tablo-3: Katılımcılara cVEMP Yöntemine Ait Sonuçlar

	Hasta			Kontrol		
	Ortanca	25-75 pers.	Min-Max	Ortanca	25-75pers.	Min-Max
Karşı kulak P1	16,0	15,0 -7,0	9,0 -2,0	15,0	14,0 -16,0	12,0 -31,0
Karşı kulak N1	21,0	19,0 -3,0	14,0 -8,0	22,0	20,5 -23,5	16,0 -36,0
Karşı kulak amplitude	14,0	10,0 -5,0	1,0 -3,0	66,5	22,5 -125,0	1,0 -506,0
Opere kulak P1	16,0	14,0 -8,0	10,0 -2,0	14,0	14,0 -17,0	8,0 -30,0
Opere kulak N1	21,0	18,0 -3,0	14,0 -30,0	22,5	21,0 -25,0	14,0 -32,0
Opere kulak amplitude	16,0	5,0 -2,0	2,0 -78,0	57,0	23,0 -86,0	3,0 -392,0

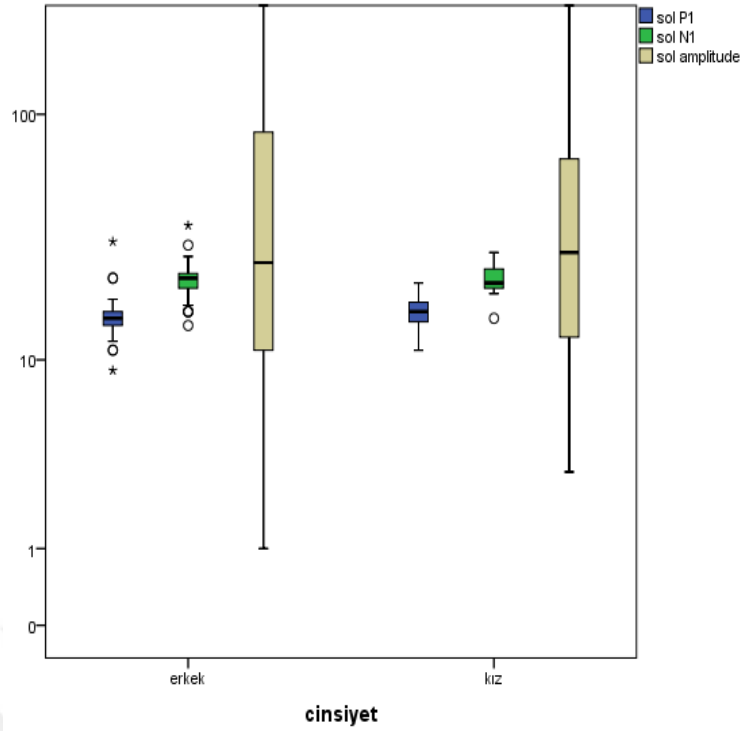
4.2. Hasta Grubuna Ait Karşılaştırmalar

Katılımcıların implant markası ile sol cVEMP değerleri karşılaştırıldığında; karşı kulak amplitüd değeri 22 lektrotlu olan markara göre 12 elektrotlu implant olanlara göre istatistiksel açıdan anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Diğer değişkenler ile cVEMP değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$) (Tablo-4).

Tablo-4: Sosyodemografik ve Klinik Özelliklerle Sol cVEMP Değerlerinin Karşılaştırılması

		Karşı kulak P1	Karşı kulak N1	Karşı kulak amplitud
		Ortanca	Ortanca	Ortanca
Cinsiyet	Erkek	15,00	22,00	14,00
	Kız	16,00	21,00	17,00
	P değeri*	0,208	0,755	0,947
Cevap alma durumu	Cevap alınmadı	15,00	21,00	13,00
	Cevap alındı	16,00	22,00	15,00
	P değeri*	0,660	0,486	0,563
Baş dönmesi	Olmadı	16,00	22,00	13,00
	Oldu	13,50	19,00	18,00
	P değeri*	0,512	0,267	0,871

*Mann Whitney U test kullanılmıştır.

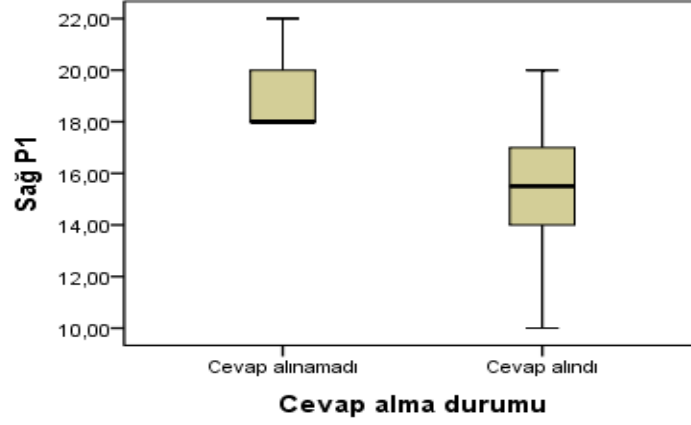


Grafik-4: Katılımcıların Cinsiyetlerine Göre Karşı Kulak P1, N1 ve Amplitude Box-Plot Grafiği

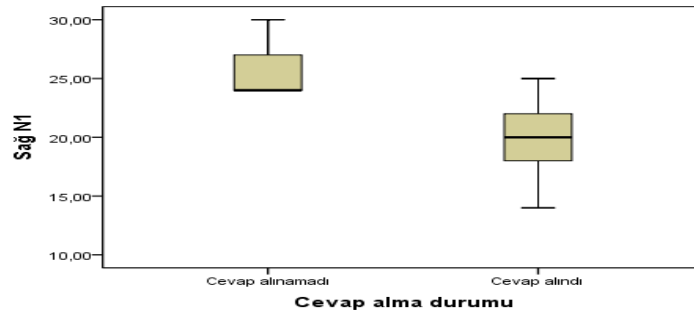
Katılımcıların cevap alma durumu ile sağ cVEMP değerleri karşılaştırıldığında; Sağ P1 ve Sağ N1 cVEMP değerleri cevap alınan grupta alınmayanlara göre istatistiksel açıdan anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur ($p < 0,05$). Diğer değişkenler ile cVEMP değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0,05$) (Tablo-5).

Tablo-5: Sosyodemografik ve Klinik Özelliklerle Sağ cVEMP Değerlerinin Karşılaştırılması

		Opere kulak P1	Opere kulak N1	Opere kulak amplitud
		Ortanca	Ortanca	Ortanca
Cinsiyet	Erkek	17,00	21,00	16,00
	Kız	15,50	20,50	18,50
	P değeri	0,404	0,595	0,563
Cevap alma durumu	Cevap alınmadı	18,00	24,00	20,00
	Cevap alındı	15,50	20,00	14,50
	P değeri	0,024	0,016	0,216
Baş dönmesi	Olmadı	15,00	21,00	18,00
	Oldu	17,50	18,00	11,50
	P değeri	0,100	0,99	0,350



Grafik-5: Katılımcıların Cevap Alma Durumuna Göre P1 Box-Plot Grafiği



Grafik-6: Katılımcıların Cevap Alma Durumuna Göre N1 Box-Plot Grafiği

Baş dönmesi olup olmama durumuna göre implant markası, cinsiyet ve cevap alma durumu karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0,05$).

Tablo-6: Baş Dönmesi Olup Olmama Durumuna Göre Cinsiyet ve Cevap Alma Durumunun Karşılaştırılması

		Baş dönmesi olma durumu				p*
		Olmadı		Oldu		
		n	%	n	%	
İmplant elektrot sayısı	12elektrotlu implant	28	82,4	6	17,6	0,658
	22elektrotlu implant	6	85,7	1	14,3	
Cinsiyet	Erkek	18	78,3	5	21,7	0,438
	Kız	16	88,9	2	11,1	
Cevap alma durumu	Cevap alınamadı	15	88,2	2	11,8	0,679
	Cevap alındı	19	79,2	5	20,8	

*Ki kare testi kullanılmıştır.

Cevap alma durumuna göre implant markası, cinsiyet ve baş dönmesi durumu karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0,05$) (Tablo-7).

Tablo-7: Cevap Alma Durumuna Göre Cinsiyet Ve Baş Dönmesi Durumunun Karşılaştırılması

		Cevap alma durumu				p*
		Cevap alınmadı		Cevap alındı		
		n	%	n	%	
Cinsiyet	Erkek	8	34,8	15	65,2	0,326
	Kız	9	50,0	9	50,0	
Baş dönmesi	Olmadı	15	44,1	19	55,9	0,679
	Oldu	2	28,6	5	71,4	

*Ki kare testi kullanılmıştır.

Katılımcıların yaş ile cVEMP değerlerinin korelasyon karşılaştırmasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon bulunamamıştır ($p>0,05$), operasyon sonrası geçen süre (yıl) ise sağ tarafta amplitude ile orta düzeyde pozitif yönde anlamlı korelasyon göstermiştir (Tablo 8).

Tablo-8: Yaş Ve Operasyon Süresi İle cVEMP Değerlerinin Korelasyonu

		Sol P1	Sol N1	Sol amplitude	Sağ P1	Sağ N1	Sağ amplitude
Yaş	rho*	0,057	0,234	0,041	-0,322	0,049	0,132
	p	0,769	0,222	0,833	0,101	0,809	0,512
Operasyon süresi	rho*	0,000	0,096	0,341	-0,244	0,075	0,413
	p	0,998	0,619	0,070	0,220	0,711	0,032
Operasyon anında yaş	rho*	0,082	0,138	-0,155	-0,373	-0,141	-0,134
	p	0,671	0,475	0,422	0,055	0,482	0,504

*Spearman korelasyon testi kullanılmıştır.

4.3. Kontrol Grubuna Ait Karşılaştırmalar

Katılımcıların cinsiyet ile sol cVEMP değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0,05$) (Tablo-9).

Tablo-9: Cinsiyet ile Sol cVEMP Değerlerinin Karşılaştırılması

		Karşı kulak P1	Karşı kulak N1	Karşı kulak amplitud
		Ortanca	Ortanca	Ortanca
Cinsiyet	Erkek	15,00	22,00	67,00
	Kız	15,00	22,00	66,00
	P değeri*	0,681	0,968	0,812

Katılımcıların cinsiyet ile sağ cVEMP değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0,05$) (Tablo 10).

Tablo-10: Cinsiyet ile Sağ cVEMP Değerlerinin Karşılaştırılması

		Opere kulak P1	Opere kulak N1	Opere kulak amplitude
		Ortanca	Ortanca	Ortanca
Cinsiyet	Erkek	15,82	23,33	74,25
	Kız	16,18	23,09	87,00
	P değeri*	0,748	0,521	0,710

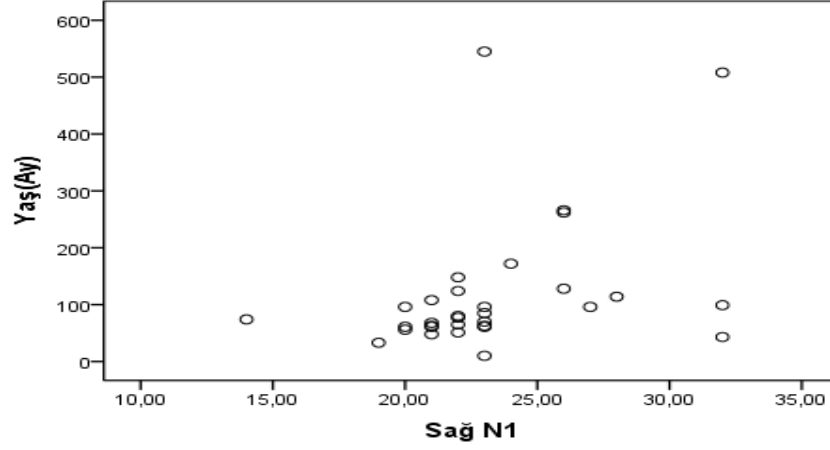
*Mann Whitney U test kullanılmıştır.

Katılımcıların yaş ile cVEMP değerlerinin korelasyon karşılaştırmasında yaş ile opere kulak N1 değerleri arasında orta düzeyde pozitif anlamlı bir korelasyon saptanmıştır ($p<0,05$, $\rho=0,457$). Diğer değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon bulunamamıştır ($p>0,05$) (Tablo-11).

Tablo-11: Yaş ile cVEMP Değerlerinin Korelasyonu

		Karşı kulak P1	Karşı kulak N1	Karşı kulak amplitude	Opere kulak P1	Opere kulak N1	Opere kulak amplitude
Yaş	ρ	0,083	0,225	-0,137	0,081	0,457	-0,275
	p	0,647	0,215	0,453	0,653	0,009	0,134

*Spearman korelasyon testi kullanılmıştır.



Grafik-7: Yaş ve Opere Kulak N1 Değeri Arasındaki Korelasyon Grafiği

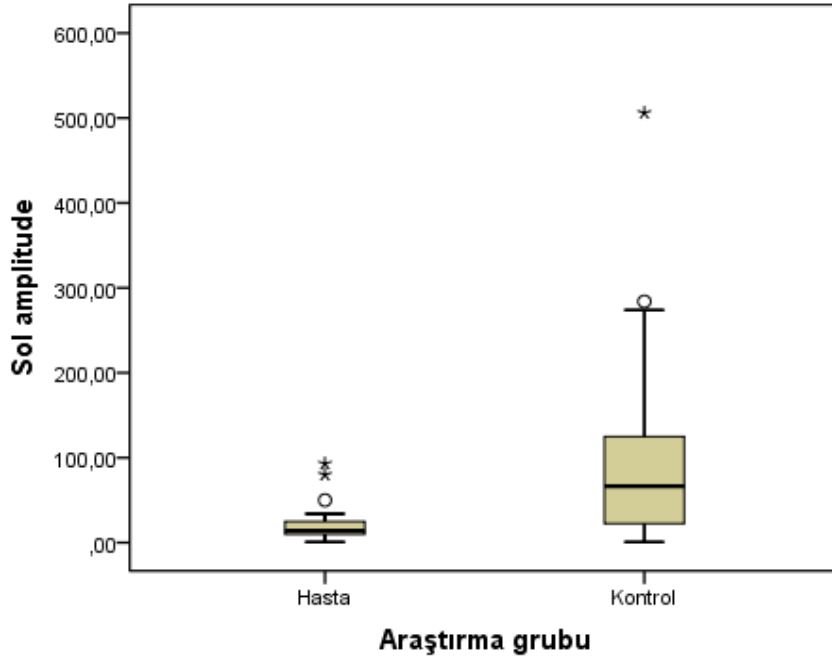
4.4. Kontrol Ve Hasta Grubuna Ait Karşılaştırmalar

Katılımcıların gruplar arası karşılaştırmalarında; karşı kulak amplitude, opere kulak amplitude ve opere kulak N1 latens değeri hasta grubunda kontrole göre istatistiksel açıdan anlamlı olarak daha düşük bulunurken ($p < 0,05$), diğer değişkenler arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0,05$) (Tablo 12).

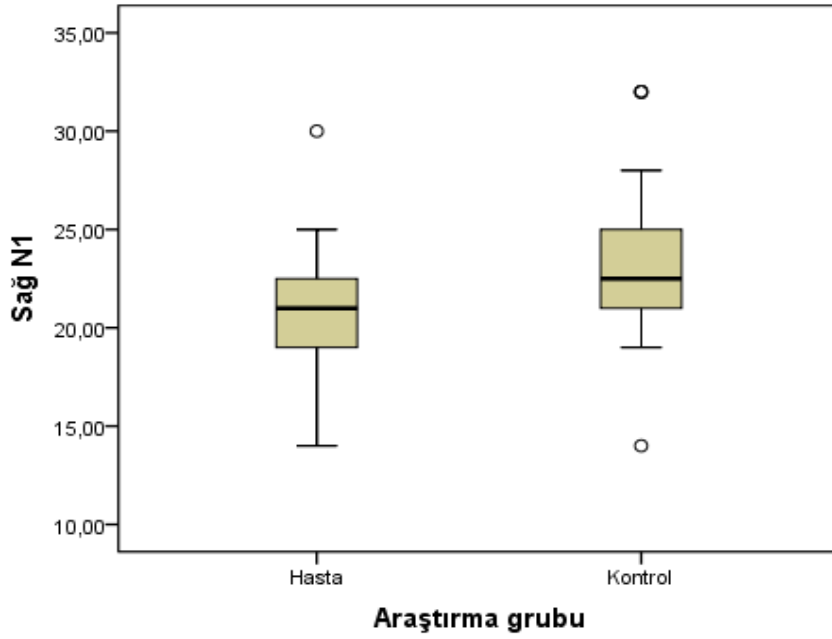
Tablo-12. Hasta ve Kontrol Gruplarının cVEMP Değerlerinin Karşılaştırılması

	Hasta		Kontrol		P değeri*
	Ortanca	25-75 pers.	Ortanca	25-75 pers.	
Karşı kulak P1	16,00	15,0- 17,00	15,00	14,0 -16,0	0,243
Karşı kulak N1	21,00	19,0- 23,00	22,00	20,5 -23,5	0,334
Karşı kulak amplitude	14,00	10,0- 25,00	66,50	22,5 -125,0	<0,001
Opere kulak P1	16,00	14,0- 18,00	14,00	14,0 -17,0	0,368
Opere kulak N1	21,00	18,0- 23,00	22,50	21,0 -25,0	0,013
Opere kulak amplitude	16,00	5,0- 22,00	57,00	23,0 -86,0	<0,001

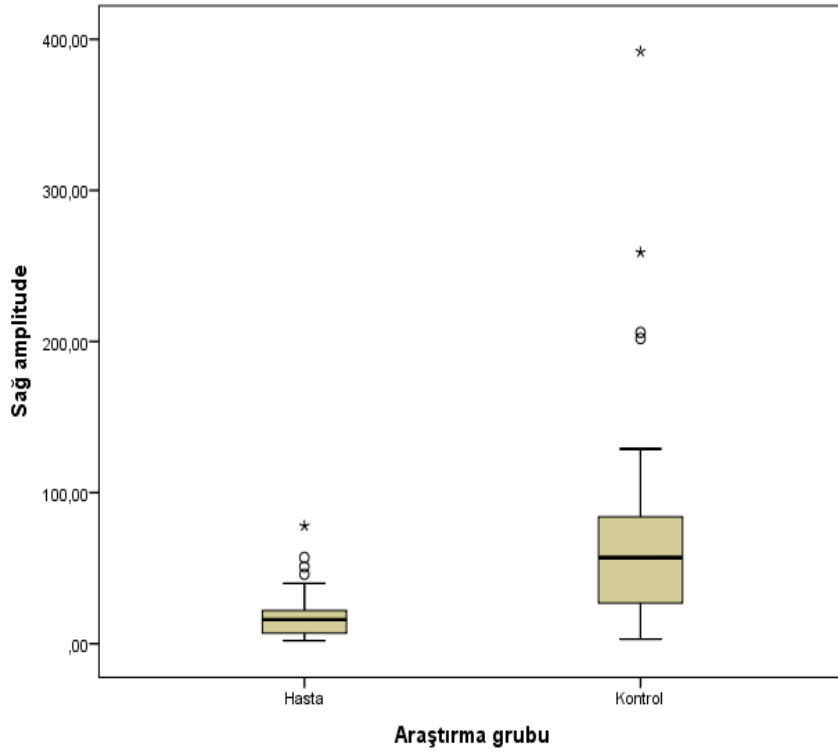
*Mann Whitney U test kullanılmıştır.



Grafik-8: Araştırma Grubu ve Karşı Kulak Amplitude Değeri Arasındaki Korelasyon Grafiği



Grafik-9: Araştırma Grubu ve Opere Kulak N1 Değeri Arasındaki Korelasyon Grafiği



Grafik-10: Araştırma Grubu Ve Opere Kulak Amplitude Değeri Arasındaki Korelasyon Grafiği

5. TARTIŞMA

Kohlear implantasyon işitme kayıplı çocuklar için işitsel rehabilitasyon sağlamasına rağmen, bu müdahalenin iç kulak vestibüler bölümüne etkisi belirsizliğini korumaktadır. Yapılan histopatolojik çalışmalarda koklear implantların saküler membranda distorsiyon ve vestibülde fibroz yaptığına yönelik negatif sonuçlar rapor edilse de (29), koklear implantların vestibüler sistem üzerinde pozitif etkileri olduğuna yönelik çalışmalar da rapor edilmiştir (30). Yaptığımız bu çalışmada da Kİ hastalarında denge sisteminin etkilenip etkilenmemesinin ve bunu etkileyen faktörlerin tespiti amacıyla hastaların cVEMP sonuçları karşılaştırılmıştır. cVEMP, odyolojide sıklıkla kullanılan “işitsel uyarılmış potansiyeller”den farklı olarak nöral cevabın değil, kasta oluşan elektriksel cevabın ölçüldüğünü belirtmek için kullanılır. Sonuçta, vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller bir EMG kayıdır. Miyojenik potansiyeller, vestibüler sistemin uyarılması sonucu oluşur. Bu ise, fizyolojik uyarılarıyla gerçekleştirilebileceği gibi, titreşim, ses veya elektrik uyarılarıyla da sağlanabilir (31). Son yıllarda yüksek şiddette ses uyarılarına karşı benzer yanıtlar, masseter, triceps, soleus ve trapezius gibi kaslardan da alınmıştır (32-34). Yine de SCM kasından elde edilen cVEMP şimdilik üzerinde en çok çalışılan test yöntemi olarak güncelliğini korumaktadır. Bizim çalışmamızda da ölçümler SCM üzerinden yapılmıştır.

Koklear implant, ileri derece de işitme kaybı olanlara yardımcı olmak için kullanılmaktadır. Bu protez işitme cihazlarından az veya hiç yarar sağlayamayan ileri ve çok ileri derecede işitme kaybı olanlar için tasarlanmıştır (35). Koklear imlant protezleri elektrik akımı sağlayan elektrodlardan oluşmaktadır ve koklea içine implante edilmektedir. Kokleadaki sinir elektriksel akım ile uyarılmaktadır. Elektriksel akım, işitme sinirini uyarmak için kullanılmaktadır. Koklear implant, iki kısımdan oluşur: dış ve iç ünite. Dış ünite ses işlemcisi olarak tanımlanmaktadır. Bu dış unite dışardaki ses dalgalarını tanımlar ve iç üniteye aktarır. Dış ünitenin topladığı ve iç üniteye aktarılan bu ses iletileri spiral ganglion hücrelerine iletilir ve burda da ses algılanmış olunur. Koklear implant ameliyatı ilk olarak 1960 lı yıllarda yapılmıştır (31). Koklear implatları, ileri derecede işitme kaybı olan kişilerin işitmesine yetilerine bağlı olarak gelişen konuşma yetisini kazandırdığı nerdeyse kesin olarak bilinmektedir (31).

Koklear implantasyon uygulamasının yapıldığı yaş alınacak sonuçların başarısı açısından çok önemlidir (36). İleri ve çok ileri derecede işitme kayıplı olan çocuklarda implantasyonun kesin veye kesine yakın sonuç verebilmesi için implantasyonun 0–24 ay yaş aralığında yapılımasının

büyük önemi vardır(37). Bizim çalışmamıza dahil ettiğimiz 41 hastanın ameliyat zamanında yaşı ortanca 24 aydır (25-75 persentil; 12 ay-48 ay).

Koklear implantasyonunun başarısını etkileyen yaş faktörünün yanı sıra cinsiyet, iletişim modeli, nonverbal zeka ve eğitim yapıları, gibi faktörlerde koklear implantasyonunu başarısını etkilediği bilinmektedir(35). Bizim çalışmamıza dahil edilen hastaların %56.1 i erkek % 43.9 dur. Erkekler de %34.8 başarılı sonuçlar elde edilirken, kızlarda % 50 oranında başarılı sonuçlar alınmıştır.. Burda odaklanması gereken temel nokta en fazla başarı kız çocuklarında elde edilmektedir.

Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller (VEMP, Vestibular Evoked Myogenic Potentials), periferik vestibüler organların uyarılması sonucu kaslarda sonlanan refleks akımının ölçüldüğü bir elektrofizyolojik test yöntemidir. Vestibüler sistemin bütünlüğünün değerlendirilmesi için kullanılan bu test yöntemi, refleks arkı yanıtı boyun kaslarından ölçülüyorsa cVEMP (servikal VEMP), ekstraoküler kaslardan ölçülüyorsa oVEMP (oküler VEMP) olarak adlandırılır. Temelleri daha eskiye dayansa da, 20 yıl kadar önce tanımlanan ve yıllar içinde giderek artan şekilde klinik kullanım alanı bulan VEMP'ler, vestibüler sistemin değerlendirilmesinde çok önemli katkılar sağlamıştır (38).

Otolit fonksiyonunun kantitatif ölçümünde cVEMP kullanılabilir. Temel parametrelerden birisi Amplitüd asimetri oranı (AR) dir. Bu parametrenin matematiksel bir formülasyonu bulunmaktadır bu da AR: (Büyük cevap-Düşük cevap)/(Büyük cevap + Küçük cevap) x 100 olarak hesaplanmaktadır. Normal cVEMP amplitüdüleri 0.5-3 arasında değişmektedir. Düzeltilmiş amplitüdüleri için asimetri oranı %35'ten düşük olmalıdır (6). Bizim çalışmamızda ise hastaların kullandıkları implant elektrot sayıları kendi içerisinde kıyaslanmıştır. Karşı kulak VEMP değerleri karşılaştırıldığında; karşı kulak amplitüd değeri 24 elektrot implantlı cihazlarda,12 elektrot implant olanlara göre istatistiksel anlamlılık söz konusudur ($p<0,05$).

Çalışmamızın ana hipotezlerinden hasta ve kontrol grupları arasındaki cVEMP ilişkisi incelendiğinde opere kulakta N1 ve amplitüd değerlerinin kontralateral taraftaki kulağa göre anlamlı bir şekilde düşük olduğu bulunmuştur ($p<0,05$). Bunun yanı sıra hastaların 17'sinden (%41,5) cevap alınmazken, 24'ünden (%58,5) cevap alınmıştır. Kontrol grubunda ise sadece 2 hastadan cevap alınmamıştır. Psillas ve ark.'ının çalışmasında 5 yaş altı koklear implantı olan

çocuklarda, koklear implant uygulanan hastaların büyük çoğunluğunda cevap alınmazken, cevap alınan vakalarda ya kontralateral gruba göre düşük ya da normal bulunmuştur (39). Jin ve ark., ise çalışmalarında operasyon öncesi 12 hastanın 5'inde yanıt alamazken 6'sı normal VEMP değerlerine sahip ve 1'inde de amplitud değerinde düşüklük saptamışlardır. Operasyon sonrasında çocuklardan 4'ünde düşük VEMP değerleri elde edilirken, 8'inde yanıt alınmamıştır (40). Bizim çalışmamızda da literatürle uyumlu sonuçlar elde edilmiştir. Xu ve ark., bizim çalışmamıza benzer şekilde koklear implantlı çocuklarda cVEMP uygulamış ve çalışmamızdan farklı olarak implant öncesi ve sonrasını karşılaştırmıştır ve cevap alma durumunda anlamlı değişimler gözlenmiştir (41). Thierry ve ark., çalışmasında da implantasyon sonrasında ortalama 2,9 yaşında olan hastaların %20'sinde vestibuler fonksiyonlarda kötüleşme olduğunu belirtmiştir (42). Çalışmamızın ana kısıtlılıklarından birisi olarak implantasyon öncesi cVEMP değerleri ölçülemediği için kıyaslama bizim çalışmamızda gerçekleştirilememiştir fakat sağlıklı populasyona göre kıyaslama yapılarak vestibuler fonksiyonlarda kötüleşme olduğu ortaya çıkmaktadır.

Vestibuler fonksiyonların değerlendirildiği bir diğer test de oVEMP'tir. Bizim çalışmamızda oVEMP kullanılmamasına rağmen literatürde, cVEMP'e karşı üstünlüğünü gösteren bir çalışma mevcut değildir. Bansal ve ark., işitme kaybı olan 23 hasta ve normal işiten 23 kontrol üzerinde yapmış oldukları çalışmada oVEMP sonuçları ile cVEMP sonuçları arasında herhangi bir korelasyon bulunamamıştır (43). Ayrıca yapılan çalışmada cVEMP testine yanıt oranı %100 iken, oVEMP testine yanıt oranı hasta grubunda %66'a kadar düşmüştür. Bansal ve ark., yaptıkları çalışmada kontrol grubunda P1 latans ortalaması $14,27 \pm 1,58$ msec, N1 latans ortalaması $20,18 \pm 4,14$ msec ve amplitud ortalaması $55,98 \pm 36,34$ mv bulunurken; hasta grubunda P1 latans ortalaması $20,58 \pm 1,53$ msec, N1 latans ortalaması $13,90 \pm 1,19$ msec ve amplitud ortalaması $41,57 \pm 37,72$ mv bulunmuştur. Bansal çalışmasında P1 ve N1 de kontrol ile hasta grubunda herhangi bir fark olmadığını belirtirken ($p>0,05$), amplitud değeri hasta grubunda anlamlı bir şekilde düşük bulunmuştur ($p<0,05$) (43). Bizim çalışmamızda ise opere kulakta kontrol grubunda P1 latans ortanca değeri 14 msec, N1 latans ortanca değeri 22,5 msec ve amplitud ortanca değeri 57 mv bulunurken; kontrol grubunda P1 latans ortanca değeri 16 msec, N1 latans ortanca değeri 21 msec ve amplitud ortanca değeri 16 mv bulunmuştur. Bizim yapmış olduğumuz çalışmada da benzer şekilde hem opere kulakta hemde karşı kulakta amplitud değeri hasta grubunda anlamlı bir şekilde düşük bulunmuştur ($p<0,001$). Ayrıca bizim çalışmamızda opere kulak N1 değeri de hasta grubunda anlamlı bir şekilde kontrol grubuna göre düşük bulunmuştur ($p:0,013$). Thierry ve ark., çalışmasında da bizim çalışmamıza benzer şekilde koklear implant operasyonu sonrası yalnızca opere kulakta

değil diğerk kulakta da vestibuler fonksiyonların kötüleştii bulunmuştur (42). Thierry ve ark., çalışmasında bu durum işitme kaybının etiyojisi ve ilişkili vestibulopatinin doğal evrimi ile ilgili olabileceği bildirilmiştir (42).

Çalışmamıza katılan hastaların 7'sinde (%17,1) baş dönmesi gözlenmiştir. Baş dönmesinin olup olmama durumları, koklear, implant ve katılımcıların cinsiyetleri ile cVEMP değerleri ayrıca karşılaştırılmış ancak istatistiksel bir anlamlılık bulunamamıştır ($p>0,05$). Farinetti ve ark., tarafından 1993 ile 2013 yılları arasındaki 403 koklear implant hastası incelendiğinde 15'inde denge kaybı veya baş dönmesi olduğu tespit edilmiştir (44). Green ve ark., 240 koklear implantlı olan hastanın kısa ve uzun dönem komplikasyonlarını incelediği çalışmada %7,9 geçici denge problemi, %1,3 kalıcı denge problemi ve %3,4 kulak çınlaması tespit etmişlerdir (3). Bizim çalışmamızda kulak çınlaması bildirilmemiştir ve baş dönmesi oranı literatürün biraz üzerinde saptanmıştır. Baş dönmesinin olup olmama durumları, koklear, implant ve katılımcıların cinsiyetleri ile cVEMP değerleri ayrıca karşılaştırılmış ancak istatistiksel bir anlamlılık bulunamamıştır. Buchman ve ark., yapmış oldukları çalışmalarında koklear implantlı hastaların baş dönmesi durumunu çeşitli ölçeklerle dönemsel olarak değerlendirmiş ve operasyon sonrası süreç ilerledikçe baş dönmesi şikayetinin düzeldiğini göstermiştir (30). Bizim çalışmamızda dönemsel ölçümler yapılmamasına karşın operasyon süresi ile baş dönmesi şikayeti arasında bir ilişki bulunmamıştır.

Migrenöz vertigolu olgulara uygulanan VEMP testinde, olguların %5'inde dalga elde edilemediği, % 68'inde de kontrol grubuna göre interpeak amplitüdde azalma olduğu saptanmıştır(45). Hong ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada migrenöz vertigo hastalarında cVEMP testinde dalga elde edememe ve anormal dalga formasyon oranlarının kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksek olduğu saptanmıştır (46). cVEMP testi uygulamasında ilk değerlendirilmesi gereken bulgu yanıtın var olup olmamasıdır. Eğer cVEMP testinde herhangi bir yanıt söz konusu değilse, kulaklığın yerleştirilme şekli kontrol edilmeli ve olguda iletim tipi işitme kaybının varlığı araştırılmalıdır. Bu faktörler tek tek değerlendirilmeli ve bu durumlar söz konusu değilse ve halen yanıt elde edilememesi, durumu söz konusu ise vestibüler patoloji varlığını göz önünde bulundurulmalıdır.

Karşı kulak cVEMP yapılan sağlıklı bireylerde ve hastalarda; cevap alma durumuna göre implant markası, cinsiyet ve baş dönmesi durumu karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunamamıştır. Yapmış olduğumuz bu çalışmada cevap alma durumuna göre implant elektrot

sayısı, cinsiyet ve baş dönmesi durumu ki kare testi uygulanarak karşılaştırılmış ancak istatistiksel bir anlamlılık bulunamamıştır ($p>0,05$).

cVEMP yanıtları ile cinsiyet farklılığı üzerine çalışmalar yapan Basta ve ark., cinsiyetler ve cVEMP yanıtları arasında p13/n23 latans sürelerinde farklılık saptamamış(47). Ancak Lee ve ark., nın yaptığı n23 latans süresinin kadınlarda daha uzun olduğunu ve p13 latansı ile interpeak amplitüd değerinde farklılık saptanmadığını bildirmiştir(48). Bizim çalışmamızda da erkek ve kızlardaki dağılımlar birbirleriyle uyumludur ve VEMP sonuçlarını etkileyebilecek bir farklılık mevcut değildir. Zaten bundan dolayı da istatistiksel anlamlılık söz konusu değildir.

Yaş ile cVEMP değerlerinin korelasyonu analizinde karşı kulak P1, N1 ve amplitude, opere kulak P1, N1 ve amplitude değerleri ve yaş arasında bir korelasyon söz konusu olup olmadığı Spearman korelasyon testi ile test edilmiş olup opere kulak N1 latens değeri ile yaş arasında istatistiksel bir anlamlılık gösterilmiştir ($p<0,05$).

6. SONUÇLAR

1) Çalışmamıza 41 hasta ve 34 sağlıklı kontrol dahil edilmiştir. Araştırmamızdaki katılımcıların yaş ortalaması 82 ± 66 ay ve ortanca 54 aydır. Hastaların operasyon anındaki yaş ortancası 24 aydır (25. ve 75. pers. 12-48 ay).

2) Hastaların 17'sinde (%41,5) cevap alınmazken, bu oran kontrollerde sadece %5,9 (2 kişi) olarak saptanmıştır. Cevap alınamayan taraf hastalarda çoğunlukla (%50) her iki taraftır. Kontrollerin ise 1'inde opere kulak diğesinde karşı kulaktan yanıt alınmamıştır.

3) Kontrollerin hiçbirinde baş dönmesi olmazken, hastaların 7'sinde (%17,1) baş dönmesi şikayeti mevcuttur.

4) Hastaların hiçbirinde pre-op MR'da koklear anomali, pre-op BT'de koklear anomali veya ek komorbiditeye rastlanmamıştır.

5) Katılımcıların gruplar arası karşılaştırmalarında; karşı kulak amplitude değeri, opere kulak amplitude değeri ve opere kulak N1 latens değeri çalışma grubunda kontrole göre istatistiksel açıdan anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur ($p < 0,05$).

6) Katılımcıların implant elektrot sayısı ile karşı kulak cVEMP değerleri karşılaştırıldığında; karşı kulak amplitüd değerleri 22 elektrotlu implant olanlar, 12 elektrotlu implant olanlara göre istatistiksel açıdan anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$).

7) Katılımcıların cevap alma durumu ile opere kulak cVEMP değerleri karşılaştırıldığında; opere kulak P1 ve opere kulak N1 VEMP latens değerleri cevap alınan grupta alınmayanlara göre istatistiksel açıdan anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur ($p < 0,05$).

8) Katılımcıların yaş ile VEMP değerlerinin korelasyon karşılaştırmasında yaş ile opere kulak N1 latens değerleri arasında orta düzeyde pozitif anlamlı bir korelasyon saptanmıştır ($p < 0,05$, $\rho = 0,457$).

9) Hastaların; opere kulak P1 ve N1 latans değerleri ile cevap alınan grupta alınmayan gruplara göre istatistiksel açıdan değerlendirilmiş ve ciddi bir istatistiksel bir anlamlılık gösterilmiştir.

Çalışmamızın sonucunda koklear implantasyon işitme kayıplı çocuklar için işitsel rehabilitasyon sağlamasına rağmen, bu müdahalenin iç kulak vestibüler bölümüne etkisi belirsizliğini korumaktadır. Yaptığımız bu çalışmada da Kİ hastalarında denge sisteminin etkilenip etkilenmemesinin ve bunu etkileyen faktörlerin tespiti amacıyla hastaların cVEMP sonuçları karşılaştırılmıştır.

Koklear implantın sadece opere kulaktaki vestibuler fonksiyonları değil, karşı kulakta da vestibuler fonksiyonları kötüleştirdiği ortaya çıkmıştır. Bunun yanı sıra hastaların yaşının ve kullandıkları cihazın elektrot sayısının da cVEMP değerlerini etkilediği saptanmıştır.



KAYNAKLAR

1. T. M. Recording and assessing VEMP. In: Murofishi T KK, editor. Vestibular evoked myogenic potentials, its basic and clinical applications. Tokyo: Springer; 2009; 25-34.
2. Neuhauser H LT. Vertigo and dizziness related to migraine: a diagnostic challenge. *Cephalalgia*.2004; 24:83-91.
3. Green K, Bhatt Y, Saeed S, Ramsden R. Complications following adult cochlear implantation: experience in Manchester. *The Journal of Laryngology & Otology*. 2004;118(06):417-20.
4. Neuhauser H LT. Vestibular migraine. . *Neurol Clin*. 2009;27:379-91.
5. Harno H HT, Kaunisto MA, Aalto H, et al. . Subclinical vestibulocerebellar dysfunction in migraine with and without aura. *Neurology*2003; 61:1748-52.
6. Ishizaki K, Mori N, Takeshima T, Fukuhara Y, Ijiri T, Kusumi M, et al. Static stabilometry in patients with migraine and tension-type headache during a headache-free period. *Psychiatry and clinical neurosciences*. 2002;56(1):85-90,
7. Cutrer FM BR. Vestibular pathways involvement in children withmigraine: a neuro-otological study migraine-associated dizziness. *Headache*2010; 50:71-6.
8. R. H. Headache and Meniere's disease. *Acta Otolaryngol*. 1963;63:383-90.
9. S. E. Headache in Meniere's disease. *Auris Nasus Larynx*. 1999;26:427-33.
10. Radtke A LT, Gresty M, Brookes GB, et al. Migraine and Meniere's disease is there a link? *Neurology*. 2000; 59:1700-4,
11. Ceryan K ŞM. Baş dönmesi olan hastada öykü, muayene ve tanı. In: O. Ç, editor. Kulak burun boğaz ve baş boyun cerrahisi. 2 ed. İzmir: Asya Tıp; 2007; 36-63,
12. Gray H. Gray's Anatomy of the Human Body. 1918; 9-21. Avaliable on: <http://www.bartleby.com/107/228.html>
13. N. A. Kulak hastalıkları ve mikrocerrahisi. 1 ed. Ankara: Bilimsel Tıp Yayınevi; 1998: 62-75.
14. Minor LB ZD. Evaluation of the patient with dizziness. In: CummingsCW FP, Harker LA, Haughey BH, et al., editor. Cummings otolaryngologyhead and neck surgery. 3 ed. St. Louis: Mosby-Year Book Inc; 1998; 2623-71.
15. Barret K, Barman S, Boitano S. İşitme ve Denge. In: GANONG's Review of Medical Physiology. 24 ed. Lange; 2012: (10): 199-216.

16. Kushiro K ZM. Saccular and utricular inputs to sternocleidomastoid motoneurons of decerebrate cats. *Exp Brain Res* 1999;126:410-6.
17. Halmagyi GM CI, Colebatch JG, Aw ST. Vestibular responses to sound. *Ann N Y Acad Sci.* 2005;1039:54-67.
18. McCue MP GJJ. Acoustically responsive fibers in the vestibular nerve of the cat. *J Neurosci.* 1994;14:6058-70.
19. Curthoys IS KJ, McPhedran SK, Camp AJ. Bone-conducted vibration selectively activates irregular primary otolithic vestibular neurons in the guinea pig. *Exp Brain Res.* 2006;175:256-67.
20. Bickford RG JJ, Cody DT. Nature of average evoked potentials to sound and other stimuli in man. *N Ann N Y Acad Sci* 1964;112:204-23.
21. Cal R BF. Vestibular evoked myogenic potentials: an overview. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2009;75:456-62
22. Wu HJ SA, Yang YL, Lee GS. Comparison of short tone burst-evoked and click-evoked vestibular myogenic potentials in healthy individuals. *J Chin Med Assoc.* 2007;70:159-63.
23. Murofushi T SK, Takegoshi H, Cheng PW. . Diagnostic value of prolonged latencies in the vestibular evoked myogenic potential. *D Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2001; 127:1069-72.
24. Brenda L, Lonsbury-Martin MG, Luebke A. İşitme ve vestibüler sistemlerin fizyolojisi. *Otolaringoloji Bas Boyun cerrahisi.* 1996;15:879-929.
25. Wilson B. Cochlear implant technology. *Cochlear implants: Principles and practices.* 2000:109-18.
26. T. M. Sound sensitivity of the vestibular end organs and sound evoked vestibulocollic reflexes in mammals. In: Murofushi T KK, editor. *Vestibular evoked myogenic potentials, its basic and clinical applications.* Tokyo: Springer; 2009; 9-20.
27. Turan Z. Doğuştan işitme kayıplı çocuklarda koklear implant uygulamaları: Gelişimi etkileyen faktörler ve ameliyat öncesi değerlendirme. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi.* 2006; 6(1): 5158
28. Cai KY, Rosengren SM, Colebatch JG. Cervical and ocular vestibular evoked myogenic potentials are sensitive to stimulus phase. *Audiology and Neurotology.* 2010;16(5):277-88.
29. Tien H-C, Linthicum FH. Histopathologic changes in the vestibule after cochlear implantation. *Otolaryngology--Head and Neck Surgery.* 2002;127(4):260-4.

30. Buchman CA, Joy J, Hodges A, Telischi FF, Balkany TJ. Vestibular effects of cochlear implantation. *The Laryngoscope*. 2004;114(S103):1-22.
31. Hızal E, Erbek S, Özlüoğlu L. Vestibüler uyarılmış miyogenik potansiyeller (VEMP). *Bozok Tıp Dergisi*. 2014;1(1):26-37.
32. Ferber-Viart C, Duclaux R, Colleaux B, Dubreuil C. Myogenic vestibular-evoked potentials in normal subjects: a comparison between responses obtained from sternomastoid and trapezius muscles. *Acta oto-laryngologica*. 1997;117(4):472-81.
33. Wu C-H, Young Y-H, Murofushi T. Tone burst-evoked myogenic potentials in human neck flexor and extensor. *Acta oto-laryngologica*. 1999;119(7):741-4.
34. Deriu F, Tolu E, Rothwell JC. A sound-evoked vestibulomasseteric reflex in healthy humans. *Journal of neurophysiology*. 2005;93(5):2739-51.
35. Allum DJ AJ, Baumgartner W, Brockmeier SJ, Dahm M, Esser B, Gall V, et al. . Multi-language international perceptual test battery for comparing performance of children in different countries: Evaluation of auditory responses to speech (EARS). *Eur Symp Pediatr Cochlear Implant*. 3. ed. Hannover, Germany June 1996; 6-8.
36. TUNCER Ü. Koklear implant komplikasyonları Türkiye Klinikleri *Journal of Surgical Medical Sciences*. 2006;2(10):48-50.
37. Kempf H-G, Johann K, Lenarz T. Complications in pediatric cochlear implant surgery. *European archives of oto-rhino-laryngology*. 1999;256(3):128-32.
38. Evren HIZAL HSE, Levent N. ÖZLÜOĞLU. Vestibular Evoked Myogenic Potentials. *Bozok Tıp Derg*. 2014;1:26-37.
39. Psillas G, Pavlidou A, Lefkidis N, Vital I, Markou K, Triaridis S, et al. Vestibular evoked myogenic potentials in children after cochlear implantation. *Auris Nasus Larynx*. 2014;41(5):432-5.
40. Jin Y, Nakamura M, Shinjo Y, Kaga K. Vestibular-evoked myogenic potentials in cochlear implant children. *Acta oto-laryngologica*. 2006;126(2):164-9.
41. Xu X-D, Zhang X-T, Zhang Q, Hu J, Chen Y-F, Xu M. Ocular and cervical vestibular-evoked myogenic potentials in children with cochlear implant. *Clinical Neurophysiology*. 2015;126(8):1624-31.
42. Thierry B, Blanchard M, Leboulanger N, Parodi M, Wiener-Vacher SR, Garabedian E-N, et al. Cochlear implantation and vestibular function in children. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*. 2015;79(2):101-4.

43. Bansal S, Sahni S, Sinha SK. Cervical and ocular vestibular evoked myogenic potentials in individuals with severe to profound hearing loss. *Journal of Hearing Science*. 2013;3(4): 1-8
44. Farinetti A, Gharbia DB, Mancini J, Roman S, Nicollas R, Triglia J-M. Cochlear implant complications in 403 patients: comparative study of adults and children and review of the literature. *European annals of otorhinolaryngology, head and neck diseases*. 2014;131(3):177-82.
45. Baier B, Dieterich M. Vestibular-Evoked Myogenic Potentials in “Vestibular Migraine” and Menière's Disease. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2009;1164(1):324-7.
46. Hong SM, Kim SK, Park CH, Lee JH. Vestibular-evoked myogenic potentials in migrainous vertigo. *Otolaryngology--Head and Neck Surgery*. 2011;144(2):284-7.
47. Basta D, Todt I, Ernst A. Normative data for P1/N1-latencies of vestibular evoked myogenic potentials induced by air-or bone-conducted tone bursts. *Clinical Neurophysiology*. 2005;116(9):2216-9.
48. Lee SK, Il Cha C, Jung TS, Park DC, Yeo SG. Age-related differences in parameters of vestibular evoked myogenic potentials. *Acta oto-laryngologica*. 2008;128(1):66-72.